QC
661
.M69

A 594969 DUPL

Das populäre Wirken und Wissen

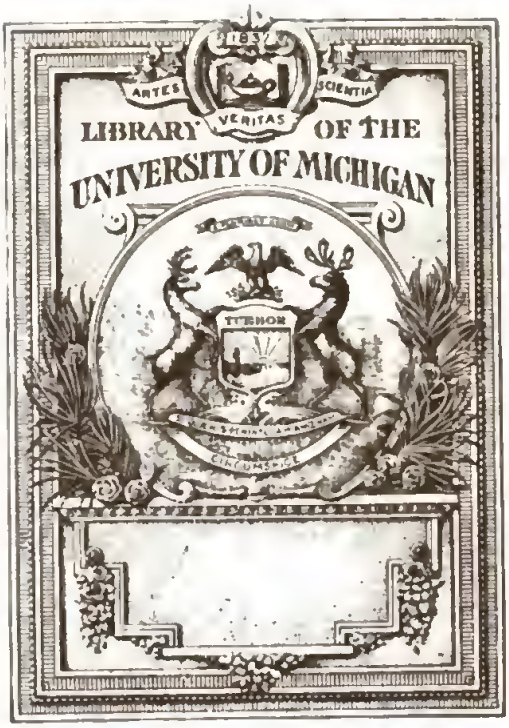
der

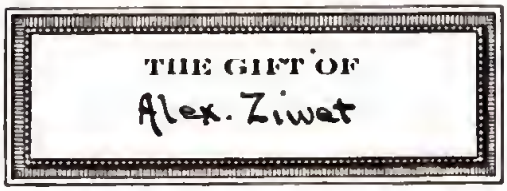
# Elektrizität

und des

# Magnetismus.

Max Müller.


ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR


THE GIFT OF
Alex. Ziwet

QC
661
.M69

132

Alexander Zirkel

Das

# räumliche Wirken und Wesen

der

# Elektrizität

und des

# Magnetismus.

Von

**Max Möller,** 1954-
Professor an der Herzogl. Technischen Hochschule zu Braunschweig.

---

**Mit 8 Text-Abbildungen und 3 Tafeln.**

(Alle Rechte vorbehalten.)

**Hannover-Linden.**
Verlag von Manz & Lange.
1892.

Digitized by Google

Gewidmet seinen hochverehrten Lehrern,

den Herren Vertretern der theoretischen und angewandten Mathematik des Realgymnasiums zu Flensburg und der Technischen Hochschule zu Hannover

in Ehrerbietung

**der Verfasser.**

# Inhalt.


| | Seite |
|---|---|
| Vorwort | V—X |
| **I. Erste kurze Einführung in das Wesen der Elektrizität** | 1—11 |
| 1) Parallele zwischen Materie und Äther wie Schall und Elektrizität | 1—8 |
| 2) Kraft und Arbeit wie Spannung und elektrischer Strom | 8—10 |
| 3) Der Gleichstrom und der Wechselstrom | 10—11 |
| **II. Eigenschaften der Wellen** | 12—26 |
| 1) Oberflächenwellen | 12—13 |
| 2) Elastische Wellen | 13—14 |
| 3) Beziehungen zwischen statischem Druck und Wellendruck | 15—22 |
| a. Statischer Druck | 15—16 |
| b. Wellendruck | 16—17 |
| c. Das Zusammenwirken von Wellendruck und statischem Druck in umschlossenen und in kommunizierenden Räumen | 17—18 |
| d. Das Zusammenwirken von Wellendruck und statischem Druck im freien Raum, Anziehung und Abstofsung | 18—21 |
| e. Isobarische Flächen | 21—22 |
| f. Saugewirkungen und Kraftlinien | 22 |
| 4) Eine kurze Zusammenfassung der Resultate über Druck und Wellen | 22—26 |
| a. Statischer Druck | 22 |
| b. Freie Energie wie Druck | 23 |
| c. Wellendruck | 23 |
| d. Oberflächenwellen | 23 |
| e. Wellen im eingeschlossenen Raum | 23 |
| f. Wellen ohne Ausbreitung | 24 |
| g. Ausbreitung der Wellen | 24 |
| h. Die zwei erkannten Hauptreiche der stofflichen Bewegung | 24 |
| i. Definition der Elektrizität | 25 |
| k. Definition des Magnetismus | 25 |
| l. Polarisations- oder Schwingungs-Flächen | 26 |
| **III. Die elektrischen und magnetischen Wirkungen.** (Hierzu Tafel I und II) | 27—55 |
| 1) Die Erregung der Elektrizität und der elektrischen Wellen im Allgemeinen | 27 |
| 2) Die Erregung des Äthers ausserhalb eines Stromleiters | 27—30 |
| 3) Induktion der Ströme | 30—32 |
| 4) Die magnetischen Erscheinungen in der Ebene betrachtet | 32—34 |
| a. Anziehung und Abstofsung | 32 |
| b. Drehung der Leiter | 33 |
| c. Magnete | 33 |


12-4-35. 1497.

376717

Seite

5) Influenz . . . . . 34
6) Die Dynamomaschine . . . . . 36—37
7) Der Elektromotor . . . . . 37—38
8) Die magnetischen und elektrischen Vorgänge im Raum . . . . . 38
a. Die Schwingungsflächen und die Kraftflächen . . . . . 38—39
b. Konstruktion der Schwingungsflächen oder Polarisationsflächen . . . . . 40—43
c. Das Wesen des Magnetismus. Ein Ringstrom und zwei Ringströme . . . . . 43—44
d. Über die Gröfse des Gesamtdrucks in den verschiedenen Achsen des Raumes . . . . . 44—51
α. Druck in der Schwingungsachse . . . . . 45
β. Druck quer zur Schwingungsachse . . . . . 45
γ. Centralschwingung . . . . . 46
δ. Beispiele für das Wirken der Druckarten:
1) Der Ringstrom . . . . . 46
2) Die Krystallisation . . . . . 46
3) Sichthare Kraftlinien . . . . . 47
4) Die Erzeugung des Potentialgefälles und der Elektromotor . . . . . 48
e. Zusammenfassende Beschreibung der auf Tafel II dargestellten Vorgänge . . . . . 51—53
f. Magnete . . . . . 53
g. Induktion durch Magnete . . . . . 53
9) Erwärmung der Stromleiter . . . . . 54
10) Licht und Wärmestrahlen . . . . . 54—55

**IV. Chemische Vereinigung** (Tafel III) . . . . . 56—58

**V. Schlufs** . . . . . 59—60

**VI. Vorstudien** . . . . . 61—73
und Tafel I, II wie III.

# Vorwort.

Diese Arbeit verfolgt den Zweck, das innere Wesen der Elektrizität auf thunlichst schlichte Weise zu zeichnen. Es wird allen denen, welche mit der Elektrizität bei ihrer ausgebreiteten Verwertung in Berührung kommen, gewifs interessant und dienlich sein, jene grofse, das ganze Weltall beherrschende Kraft in ihren räumlichen Vorgängen zu betrachten.

Wiewohl in ihren Äufserungen so geheimnisvoll, weil selbst kaum sinnlich wahrnehmbar, ist die elektrische Bewegung in ihren elementaren Vorgängen doch fast ebenso einfach wie das Wesen der körperlichen Bewegung unserer materiellen Welt. Gegensätze sind in dieser Richtung diesseits nicht aufgefunden worden, so dafs uns nur die Mühe verbleibt, alle bekannten Bewegungsgesetze auf den Träger der elektrischen Erregung, den Äther, anzuwenden. Dadurch wird für das Studium der Elektrotechnik das Verständnis verwickelter Beziehungen sehr erleichtert, denn es verbindet sich hernach das empirische Wissen mit dem Erkennen der kausalen Beziehungen zu einer klaren Vorstellung. Für den Forscher und den Lehrer der Naturwissenschaften wird dieses ganz unentbehrlich sein und auch in ethischer Hinsicht ist die Erkenntnis, dafs sowohl in dem weiten Weltenraum wie im Innern der Atome eine so unermefsliche Fülle von Kraft- und Bewegungs-Energie wohnt, von unschätzbarem Wert.

Es handelt sich hier darum, in den Hauptzügen eine klare Vorstellung über das Wesen der Elektrizität und deren Träger, den Äther, zu erwecken, damit wir diese an sich unsichtbaren Vorgänge und Dinge gleichsam vor unserem geistigen Auge sich entwickeln sehen. Bei weiterer Bearbeitung dieser Vorstellungen wird sich hier auf sehr lange Zeit hinaus eine ergiebige Fundstätte für tiefere Naturerkenntnisse erschliefsen, da die ätherischen Kräfte es sind, welche die Wissenschaften Physik und Chemie unter einander verbinden und offenkundig zeigen, dafs es in der Natur auch viele übersinnliche Dinge giebt.

Es würde sehr störend wirken, diese Darstellungen durch eingehende Beweise zu unterbrechen, da das diesseits erschaute Bild doch thunlichst ungeteilt in der Vorstellung der Leser aufleben soll.

Eine ausführliche, volle Beweiskraft besitzende Beschreibung derjenigen Gedankenfolgen und Erkenntnisse, welche mich zum Verständnis des Wesens der Elektrizität geführt haben, wurde schon durch das Buch: »Die Naturkraft und die Freiheit«*) geboten. Jene Veröffentlichung diente zur Erklärung des Planes Nr. 134, welcher auf der internationalen elektrotechnischen Ausstellung zu Frankfurt a. M. im vergangenen Jahre ausgehängt gewesen ist. (Vergl. hier »Elektrische Wellen im Äther«, Fig. 2, S. 28.) Durch mehrfache Hinweise auf jenes Buch wird ein weiteres Eindringen in die mathematische Behandlung des Gegenstandes erleichtert sein. Um aber dem Leser einen kurzen Einblick in die Verhältnisse zu gewähren, unter denen jene Erkenntnisse gereift sind, erfolgt hier als Anhang noch eine Mitteilung über die Vorstudien und die das Auffinden der Beziehungen begleitenden näheren Umstände.

Es wird nicht immer genügend auseinander gehalten, dafs die Auswertung der Gesamtsumme älterer Wissenserfahrungen bisweilen andere Vorbedingungen zur Voraussetzung hat, als die Gewinnung neuer Vorstellungen. So ist es zwar durchaus Sache des Berufslebens, die jeweils nach dem Stande der Wissenschaft gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse gut zu verwerten und in der vorgezeichneten Richtung zu vervollständigen; aber es giebt doch einzelne Aufgaben, welche das Berufsleben allein darum nicht zu lösen vermag, weil alle Vertreter eines Berufes in der einen Sache dieselbe Strafse wandern müssen und dasjenige nicht auffinden und erkennen, was zufällig auf diesem Wege kaum gefunden werden kann. Es bleibt natürlich nicht ausgeschlossen, dafs Jünger einer Wissenschaft einmal eine ganz andere Strafse ziehen, doch ist dieses bisweilen durch die Berufspflichten selbst erschwert. Zum Beispiel kann ein Physiker oder ein

*) Die Naturkraft oder die Bewegung der Masse, beherrscht durch äufseren Druck und die Freiheit, als Bethätigungsform geistiger Kraft, begrenzt und geleitet durch eigenen Willen. M. Möller. 8°. 5 Fig. (Wesen der Elektr. betr.) Verlag von L. Friederichsen & Co. Hamburg 1891. Preis 4 ℳ.

Digitized by Google

Elektrotechniker mit eigenen Mitteln kaum in ausreichender Weise das Wesen der Wasserwellen erforschen, obwohl dadurch Anhaltpunkte für die Erklärung der Elektrizität und ihrer Eigenschaften zu finden sind, weil die Beobachtungsobjekte seiner Arbeitsstätte meist fern liegen. Derselbe wird nur in höchst seltenen Fällen sagen können: »Ich will mich mehrere Jahre am Wasser, an der See und dann an einem Flufs aufhalten, um das Wesen der Wasserwelle in allen ihren Eigenarten zu verfolgen. Ich will nachschauen, wie die gewöhnliche Welle sich bildet, wie sie brandet, wie sie, in eine Strömung geratend, sich umgestaltet, wie sie im Kielwasser der Schiffe sich tot läuft, wie sie am Bug der Dampfer sich bildet und dergleichen mehr.« Und das alles ist notwendig, um räumliche Vorstellungen und ein tieferes Verständnis für das Wesen der Wellen zu erwecken. Nun aber ist die Elektrizität eine Wellenreihe im Äther, der elektrische Strom eine eilende Welle ätherischer Art und die statische Elektrizität ein System stehender Wellen. Wie dürfen wir also erwarten, dafs die Ergebnisse der Experimentalforschung alsbald erschöpfend ausgelegt sein werden, wenn in diesen Dingen die Gewinnung der umfassenden Vorstellungen gerade den Fachmännern erschwert ist?

Wir sehen aus diesen Verhältnissen, dafs bisweilen die Vertreter eines Berufszweiges einem anderen Berufszweige durch ihre gelegentlich gewonnenen Eindrücke und Erfahrungen den Dienst der Anregung neuer Gedankenverbindungen erweisen können; denn wer wollte bestreiten, dafs ein Wasserbau-Ingenieur mehr Gelegenheit gehabt haben wird, dem Spiel der Wogen zuzuschauen, als ein Physiker dies wohl je zufällig ohne grofse Kostenaufwendungen erreichen wird? Aber nicht die Gestalt und die Bewegung der Wellen allein kommt für das Studium des Wesens der Elektrizität in Frage, sondern zumal auch die Kraft und Arbeitsäufserung der Wellen. Die Arbeitsvorgänge werden aber am zusammenhängendsten im theoretischen Maschinenbau behandelt. Nun habe ich die Vorträge über den Maschinenbau an der technischen Hochschule in vollem Umfange gehört, habe die meiste Zeit meines Lebens am Wasser gewohnt und dann am Wasser gebaut; sollte es unter diesen Umständen wohl sonderbar er-

scheinen, dafs gerade ein Wasserbau-Ingenieur auf dem Gebiet der Wellenbewegung und mechanischen Arbeitsleistung zu Hause ist?

Der Sprung von der Welle des Wassers zur elektrischen Welle des Äthers ist freilich ein reichlich weiter; es bedurfte eines vermittelnden Gliedes und dieses war auch zur Stelle. Seit 1880 hatte ich mich mit der Luftbewegung durch das Studium der Meteorologie vertraut gemacht und konnte ich mich infolgedessen in das Wesen der Schallwellen hineindenken. Inzwischen hatte ich erkannt, dafs ältere, das Wesen der Energieausbreitung in den Kugelwellen des Schalles behandelnde Theorien unrichtig seien, und dafs hier eine sehr wichtige Entdeckung vorliege. (Vergl. Kugelwellen oder Zentralschwingung im Buche Naturkraft S. 134 und hier S. 24.) Eine wesentliche Förderung meiner Vorstellungen erfolgte weiter durch die Definition Kraft, als der sekundliche Übergang an Bewegungsgröfse. (Vergl. Naturkraft S. 24.)

Bis dahin hatte mir die Betrachtung der Sache wenig Mühe bereitet, da sich das Zusammengehörige leicht reimte. Wichtige Aussichtspunkte hatte ich gewonnen, weil ich nicht in der Physik der gewöhnlichen Thalstrafse des Berufslebens gefolgt war, sondern von ganz anderen Standorten aus die Vorgänge betrachten konnte. Erst dann, als ich das Gefundene den Fachmännern mitteilen wollte, entstanden Beschwernisse, denn es fehlte mir für eine sorgfältige Ausarbeitung der Erkenntnisse derzeit noch durchaus an erforderlicher Mufse; auch sah ich die Vorgänge, von meinem Standorte aus betrachtet, gleichsam in grofser Ferne, also in den Einzelheiten nicht genau; auch bemühte ich mich vergeblich, Fachmänner zu bewegen, sich einmal auf denselben Standort zu begeben und von dort aus den Überblick zu geniefsen. Wir verstanden uns einfach gegenseitig nicht schnell genug, und gelang es mir darum anfangs nicht, den Glauben an die Bedeutung der Sache zu erwecken, ohne welchen Glauben einer neuen Sache nicht die für Förderung derselben benötigten Zeitopfer gebracht werden. Andererseits bemerkte ich, dafs die einfache Mitteilung der damals noch unvollkommenen Erkenntnisse ein gänzlich nutzloses Bemühen gewesen wäre. Ich mufste, wollte ich die Erkenntnisse der Physik überliefern, den Faden der Betrachtung selbst weiter ausspinnen. Zwar wurde es mir recht

Digitized by Google

schwer, meinen Fachstudien weit mehr denn tausend Arbeitsstunden zu entziehen und sie in Richtung der Erkenntnis des Wesens der Elektrizität auszugeben; aber ich that dies doch, weil es mir als allzubedauerlich erschienen wäre, wenn die für jene Auswertung mir zur Verfügung stehenden guten Karten etwa darum unausgespielt bleiben sollten, weil ich zufällig das Studium der Physik nicht zum Lebensberuf erwählt hatte. Ich sagte mir, dafs bei der gegenwärtig immer mehr hervortretenden Neigung, das Wissen nach Berufsrichtungen und darin wieder nach Gruppen zu spezialisieren, doch vielleicht manches Jahr darüber hingehen möge, bis sich gelegentlich einmal wieder zufällig ausreichende Kenntnisse auf dem Gebiet der Wellenbewegung, der strömenden Bewegung bei Wasser und Luft und in Richtung der Arbeitsvorgänge in einer Person beisammen fänden, ohne welche Begegnung das Verwandte jener Vorgänge sich nicht findet und bindet; und darum brachte ich jenes Zeitopfer auch wieder gern. Ich hatte mir allerdings diese Aufgabe, meine Vorstellungen in anderen aufleben zu machen, minder schwierig gedacht. Es zeigte sich, dafs man in Fachkreisen wohl etwas zuviel nur mit Formeln und zuwenig mit Zahlenbeispielen zu rechnen Gelegenheit habe, und darum nicht so recht dasjenige praktische Empfinden steigere, welches uns zur Bildung neuer Vorstellungen verhilft.

Die praktische Vorstellung gewährt einen festen Punkt für den Rechnungsansatz, ohne welchen die vollendetste mathematische Schulung einem zwar mächtigen Hebel gleicht, dem aber der Stützpunkt für die Erfüllung seines Dienstzweckes noch fehlt.

Die Ausnutzung der Mathematik hat daher an die schon vorhandenen Vorstellungen anzuknüpfen, welche sich über das Wesen der Dinge nach Raum und Zeit gebildet haben. Dabei ist dem analytischen Rechnungsverfahren der Vorzug zu geben, wo es sich um die Auffindung genauer Werte handelt, welche, wiewohl in ihren Gröfsen noch unausgerechnet, doch in ihren Beziehungen schon sicher festgelegt sind. Bei Bildung und Erweiterung der Vorstellungen tritt aber das analytische Verfahren zunächst gegen ein summarisch-praktisches Verfahren zurück, ohne welch' letzteres in entfernt liegenden Dingen das Verwandte überhaupt nicht gefunden und also auch nicht in Rechnung gestellt werden kann.

Die Auswertung der Mathematik im Gebiet der schon gewonnenen Vorstellungen ist verhältnismäfsig leicht, weil dort überall durch Formeln die Rechnungsansätze schon gegeben sind; aber aufserhalb des Bereiches unserer schon erkämpften Vorstellung ist die Auswertung der Mathematik in Anlehnung an verwandte Beziehungen nur möglich, nachdem von der Person selbst zuvor schon reichliche Übung in der Bildung der Rechnungsansätze gewonnen ist; weil anderenfalls die Berücksichtigung mancher wichtigen Beziehungen vergessen wird.

Als ich mich so ganz in das Wesen der Kausalbeziehungen vertieft hatte, kam mir die Welt bisweilen wie eine einzige Maschine vor. Ich empfand dadurch das lebhafte Bedürfnis, nun auch über das Wesen der Freiheit nachzudenken, ohne deren Vorhandensein das geistige Leben erlischt. So entstand jene Schrift: »Die Naturkraft und die Freiheit.« Ich bin der festen Überzeugung, dafs derjenige in einer Richtung urteilslos wird, der sich nur mit dem Entgegengesetzten beschäftigt; daher ist es sehr unzweckmäfsig, sich nur in Richtung des Sonderberufes einer ernsthaften Gedankenfolge hinzugeben. Ja wir würden alsbald erkennen, dafs unser Mühen auf jenem Wege, welchen wir dann ausschliefslich wandern, sich minder nützlich erweisen wird, weil eine Sache nur in Bezug auf anderes einen Wert, einen Zweck und Nutzen besitzen kann, so dafs ohne Kenntnis des anderen die Auswertung sich dürftiger gestaltet und die Schaffensfreude nachläfst. Aus all diesem geht hervor, dafs es gut ist, wenn die verschiedenen Berufszweige thunlichst viel Verbindung unter einander aufrecht erhalten und zwar mehr als zu unserer Zeit erreicht wird, wo bei der entwickelten geistigen Arbeitsteilung noch nicht in genügender Weise als Gegengewicht die erforderlichen, das Wissen zusammenfassenden Bestrebungen zur Seite gestellt sind, ohne welche das Gesamtwissen sich nicht philosophisch verwerten läfst. Nur die erworbene Übersicht befähigt gute Ratschläge zu erteilen, ohne diese keimt aus unseren Unternehmungen ganz etwas anderes, als wir beabsichtigt hatten, und dies kann dem Ganzen zu grofsem Nachteil gereichen und den Kulturfortschritt sehr hemmen; doch darüber ein anderes Mal.

# I. Erste kurze Einführung in das Wesen der Elektrizität.

## 1. Parallele zwischen Materie und Äther wie Schall und Elektrizität.

Wie ein schneller Wechsel im Luftdruck sich als Schallwelle fortpflanzt, so ist ein Wechsel im Ätherdruck gleichbedeutend mit der Naturkraft: »Elektrizität«. In dem Stoff dient dem Schall und der Elektrizität nicht die gleiche Bewegung als Träger, denn die Elektrizität eilt fast millionenmal schneller als der Schall. Dem Schall dient als Beförderungsmittel die Atom- und Molekülbewegung der Materie, welche Wärme genannt wird. Der Elektrizität dient als Beförderungsmittel die Bewegung der kleinsten Teile des Äthers, des Ätherkornes, von mir Kommotion*) genannt. Wärmebewegung und Kommotion sind dauernd vorhanden, also auch dann, wenn gerade kein Wechsel im Luftdruck oder Ätherdruck hervorgerufen wird, d. h. kein Schall und keine Elektrizität auftritt. Der Begriff Kommotion fehlte der Physik bisher, weil man das Vorhandensein der Kommotion noch nicht erkannt hatte.

Überall dort, wo ein Eindruck, gleichsam als Botschaft stets mit der nämlichen Geschwindigkeit in die Ferne getragen wird, einerlei ob die aufgewendete mechanische Kraft und Energie grofs oder klein auftritt, ist nicht jene mechanische Kraft direkt die Ursache der schnellen Fernwirkung, sondern es liegt dann dauernd ein Bewegungszustand vor, welcher beständig bereit ist, jeden empfangenen Eindruck sofort als einen Wechsel zu empfinden und

*) »Zur mechanischen Ätherтheorie«. (Offizielle Ausstellungszeitung der internationalen elektrotechnischen Ausstellung zu Frankfurt a. M., Heft 25, S. 838). — »Über ruhende und strömende Energie«, Vortrag, gehalten auf dem Elektrotechniker-Kongrefs zu Frankfurt a. M., Sept. 1891. — Deutsche Bauzeitung 1891, S. 453—459.

durch Wellen in die Ferne zu verpflanzen; Schall und Elektrizität werden so je durch eine andere Bewegung des Grundstoffes als Wellenreihen fortgetragen.

Bei Null Grad Celsius bewegen sich die kleinsten Teilchen der atmosphärischen Luft mit einer Geschwindigkeit von 612 Meter*) die Sekunde abwechselnd nach allen Richtungen des Raumes hin und her. Überall trifft ein Luftteilchen auf andere Moleküle, die Nachbarn treffen sich, umkreisen einander oder prallen nach erfolgtem Zusammenstoss zurück. Diese chaotische Bewegung nennt man die Wärme und das Mafs derselben die Temperatur. Mit dem Wechsel der Temperatur wechselt auch das Temperament der Luft und das Interesse derselben, einen Eindruck in sich aufzunehmen und fortzutragen. Bei vierfach höherer Temperatur steigt darum die Schallgeschwindigkeit auf das Doppelte, die Luftteilchen eilen dann eben doppelt so schnell hin und her. Absolute Unempfänglichkeit tritt erst bei 273 Grad Celsius Kälte ein. Die Luft hat dann ihre Beweglichkeit gänzlich verloren, die Atome und Moleküle verharren in Ruhe und würden somit aus dem Raume auf die Erdoberfläche niederfallen.

Auch der Äther kann verschiedene Grade der Beweglichkeit oder Kommotion besitzen; wir könnten auch von seiner Temperatur sprechen, doch würde dies zu Mifsverständnissen Veranlassung geben, da das Wort Temperatur schon für die Wärmebewegung ausgewertet ist. Es fehlt hier eben auch der Ausdruck für den vorhandenen Begriff.

Eine Übertragung der Schallwellen durch die Wärmebewegung der Luft kann nicht ganz mit jener Geschwindigkeit erfolgen, wie die Bewegung der kleinsten Luftteilchen sich vollzieht, weil diese nach allen Richtungen chaotisch hin und her eilen; vielmehr entstehen für die Übertragung der Bewegung in einer Richtung Zeitverluste, während welcher Pausen ein Luftteilchen senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung des Schalles sich bewegt. Darum beträgt die Schallgeschwindigkeit bei Null Grad Temperatur nur 332 Meter die Sekunde, wiewohl die kleinsten Teilchen der Luft dann doch

*) Die Anschauungen von Clausius, nach welchen die Geschwindigkeit der kleinsten Teilchen etwas kleiner sein soll, teile ich nicht. Es scheinen mir in der Rechnung von Clausius die in Fig. 3 Tafel I schraffierten Räume in der Diagonalrichtung nicht vollständig berücksichtigt zu sein (vergl. das Buch »Naturkraft« S. 24 bis 27).

612 Meter Geschwindigkeit besitzen. Es wächst die Schallgeschwindigkeit auf 2 mal 332 gleich 664 Meter an, wenn die Atom- oder Molekül-Geschwindigkeit infolge entsprechend höherer Temperatur auf 2 mal 612 gleich 1224 Meter Wärmegeschwindigkeit gesteigert worden ist.

Die Wärmebewegung der Luft unterliegt dem Gesetz der Schwere, so dafs an den oberen Grenzen der Atmosphäre eine Umkehr der Wurfbewegung statthat und dort einen Moment Ruhe herrscht; dort findet sich also die Temperatur von 273 Grad Frostkälte vor, Schall- und Wärmebewegung giebt es so hoch oben nicht mehr. Im freien Fall nimmt in jeder Sekunde die Wurfbewegung, also auch die Bewegung der Luftteilchen, nach unten hin um 9,81 Meter zu und bei steigender Bewegung um den gleichen Betrag ab. Hieraus läfst sich nach den Wurf- oder Fallgesetzen ermitteln, dafs die Atmosphäre sich nur eine beschränkte Anzahl von Meilen über die Erdoberfläche zu erheben vermag.

In dem Buche Naturkraft sind diese Eigenschaften und Vorgänge in folgenden Kapiteln besprochen:

V 5. Die Luftwärme und der Luftdruck S. 24;
6. Die Schallgeschwindigkeit S. 26;
7. Der berechnete Wärmeinhalt atmosphärischer Luft S. 27;
8. Atomgeschwindigkeiten S. 28;
9. Höhe und Temperatur der Atmosphäre S. 29.

Ob nun die ätherische Bewegung auch der Schwere und dem Fallgesetz unterliegt, wie dies für die Wärmebewegung der Luft der Fall ist, wissen wir nicht, doch können wir ausrechnen, dafs eine solche Einwirkung, wenn sie vorhanden wäre, von recht untergeordneter Bedeutung sich zeigen müfste. Im freien Fall*) gewinnt die Luft bei Null Grad Temperatur auf 612 Meter vertikaler Höhendifferenz, welche in 1 Sekunde durcheilt wird, 9,81 Meter Geschwindigkeit und verliert anderseits auf 612 Meter vertikaler Erhebung denselben Betrag von 9,81 Meter. Der Äther bewegt sich aber fast millionenmal schneller, legt jene Strecke in ein Millionstel der Zeit zurück und verliert mithin auf jener Höhen-

*) Vergl. »Naturkraft« S. 29 und S. 44. An Stelle der Zahl 612 tritt der Wert 729 bei dieser Betrachtung.

differenz nur ein Hunderttausendstel Meter Geschwindigkeit von seiner Kommotion oder Wärmebewegung ätherischer Art. Die Luft verliert bei 612 Meter Anstieg 9,81 Meter, das macht $1\,^{6}/_{10}$ Prozent der Anfangsgeschwindigkeit aus. Der Äther besafs unten etwa 553 Millionen Meter Kommotionsbewegung und verliert auf 612 Meter Höhendifferenz nur etwa ein Hunderttausendstel Meter oder den 55 Billionsten Teil seines ursprünglichen Wertes oder etwa ein Zweibillionstel Prozent, gegenüber $1\,^{6}/_{10}$ Prozent bei Luft. Aus diesen Rechnungen geht dann weiter hervor, dafs im freien Weltenraum die Ätherkorngeschwindigkeit oder Kommotion etwa nur um 74 Millimeter kleiner ist als in unmittelbarer Nähe der Erdoberfläche, wo sie dann also den Wert von 553 Millionen Meter, vermehrt um jene 74 Millimeter, aufweist. Wir erkennen nun deutlich die Ursache, warum die elektrischen Wellen auch den freien Weltenraum ebenso schnell durchdringen als den Raum in Nähe der Erdoberfläche, die Grundbewegung, die Kommotion ist eben überall fast genau dieselbe.

In dem Abschnitt 10 (Weltenäther, Massenanziehung und Ätherdruck) sind diese Beziehungen auf S. 34 und S. 46 des Buches Naturkraft mathematisch behandelt.

Die Wärmebewegung ist nun aber nicht nur eine Zustandseigenschaft der Luft und der Gase überhaupt, sondern aller aus Materie gebildeten Körper; nur dafs bei den festen und flüssigen Körpern die Molekülbewegung nicht frei ist, sich vielmehr unter der Einwirkung innerer Anziehungskräfte und darum in engerem Raume vollzieht. Die Anziehungskräfte bedingen aber nach innen zu eine Steigerung der Wärmebewegung, welcher Mehrbetrag von aussen nicht empfunden werden kann, weil ein Gegenstand von aussen nur dann mit den Molekülen eines anderen Körpers in Berührung gelangt, wenn diese nach auswärts schwingen und daher den Betrag an innerer Wärmeenergie wieder verloren haben. Die Physik nennt diesen Betrag innerer Wärme, welcher in dem Augenblick grofser Annäherung der Moleküle eintritt, »die latente Wärme«; dieselbe dient in gleicher Weise der Fortpflanzung der Schallwellen, wie die freie äussere Wärme oder Temperatur, und veranlafst, da sie sich zu letzterer in ihrer Wirkung addiert, eine erhebliche Steigerung der Schallgeschwindigkeit in festen und flüssigen Körpern gegenüber der Schallgeschwindigkeit in Gasen.

Ähnliche Beziehungen ergeben sich auch für die Fortpflanzung der Ätherwellen, die Elektrizität; auch hier tritt zu der freien

Kommotion des freien Äthers noch die gebundene Kommotion in den Atomen hinzu, wodurch die Geschwindigkeit der Ätherwelle oder Elektrizität in den Atomen eine Steigerung erfährt. Die Elektrizität durcheilt die festen uud flüssigen, also dichten Leiter aus diesem Grunde schneller als den freien Raum.

Die Abschnitte 11 bis 22 des Buches Naturkraft geben über diese Verhältnisse weiteren Aufschlufs, dieselben behandeln die latente Wärme und Kondensation, die verschiedenen Aggregatzustände der Materie und deren molekularen inneren Druck etc.

Wir begreifen, dafs wenn die Elektrizität sich für ihre Fortbewegung, da sie dem Schall an die Seite zu stellen ist, bewegter Materie zu bedienen hat, die Fortpflanzung der Elektrizität dort am bequemsten zu erfolgen vermag, wo die Materie thunlichst dicht und homogen ist. Zum Beispiel sind Metalle gute Schallleiter und mithin auch die besten Leiter der elektrischen Wellen. Reflexionen treten ein, wo die Schallleitung unterbrochen ist. Hier fehlt das Leitungsvermögen und spricht die Physik dann von einem Leitungswiderstand. Dieser Widerstand ist aber nicht als eine aktive Kraft aufzufassen, sondern als eine Unterlassungssünde.

Wie der Schall von der Glocke ausgeht, weil die umgebende Luft in Mitleidenschaft gezogen wird, da sie das schwingende Metall dicht umschliefst und mithin seinen Bewegungen im Umkreise genau folgen mufs, so tönt auch der Äther mit, wenn elektrische Wellen einen Leitungsdraht durcheilen. Nun ist jede Schwingung im Äther aber Elektrizität und darum ist also der Raum im Umkreis elektrisierter Körper auch elektrisch erregt. Den Leitungsdraht umgeben eilende Ätherwellen, den isolierten, mit Elektrizität erfüllten Körper oder Konduktor stehende Ätherwellen, welche wie Kugelschalen das Zentrum umgeben.

Um das Getreibe der Elektrizität eingehender zu verfolgen, brauchen wir nur die Schallgesetze auf den Äther zu übertragen, und können dann weiter aus den Erscheinungsformen der elektrischen Kraft mit Hilfe der Schallgesetze auf die ätherische Beschaffenheit der Stoffe schliefsen. Diese Arbeit wäre sicherlich schon von anderen ausgeführt worden, wenn die Schallgesetze in Richtung der Kraft- und Energie-Gestaltung der Wellen hübsch theoretisch bearbeitet worden wären. Hier zeigt sich aber eine grofse Lücke in der theoretischen Physik, welche erst geschlossen

werden mufs, bevor das Wesen der Elektrizität weiter verstanden werden kann. Man hatte sich nicht eingehend mit den Vorgängen beschäftigt, welche bei einer Ausbreitung von Wellen statthaben, und was darüber vor Jahren geschrieben worden ist und auch in neuere Bücher überging, war einfach unrichtig; es war nicht allein unbrauchbar, sondern benahm die Aussicht in dieser Richtung denen, welche in jüngeren Jahren jene Lehre arglos für richtig in sich aufgenommen hatten und für welche in späteren Jahren keine Veranlassung vorlag, die Sache zu prüfen.

Vor allen Dingen ist hier entgegen anderen Lehren hervorzuheben, dafs in Kugelwellen und überhaupt in allen sich ausbreitenden elastischen Wellen nicht die volle Energie von Welle zu Welle übergeht, sondern nur die dynamische **Kraft** der schwingenden Massen nach vorwärts zur Verteilung gelangt, während die Energie sich nur dann überträgt, wenn die Kraft arbeitet und in dem Mafs, wie sie arbeitet. Diese Zwischenrechnung ist früher ganz übergangen worden; man nahm einfach an, dafs die ganze Energie von Welle zu Welle in den Kugelwellen fortgeleitet werde, und errechnete sich daraus die Gröfse der Schwingungswerte. (Vergl. z. B. Wüllners Lehrbuch der Experimentalphysik, Band I, S. 648; »Ausbreitung des Schalles in der Luft«.)

Würde thatsächlich von Welle zu Welle in Kreis- und Kugelwellen, wie dort angenommen ist, die volle Energie in die Ferne geleitet werden, dann könnte man überhaupt nicht telegraphieren, weil dann die ganze Elektrizität von dem Leiter auf den umgebenden Ätherraum übergehen müfste; dies aber erfolgt in Wahrheit nur im ersten äufserst kurzen Augenblick. Der Übertritt hört auf, wenn der umgebende Raum mit radialen Ätherschwingungen erfüllt ist, welche sämtlich auf den Draht oder das Kugelzentrum weisen. Ein Gleiches gilt für den Schall. (Vergl. im Buch Naturkraft S. 107 und S. 134.)

Zweitens mufste diesseits erkannt werden, dafs, im Gegensatz zu Oberflächenwellen, die in elastischen Mitteln erzeugten inneren Wellen einen Druck hervorrufen und nach Ausdehnung trachten. (Vergl. hier II, 3d., S. 18 und S. 20.)

Fortan haben wir zwei verschiedene Arten des ätherischen Druckes ins Auge zu fassen, einmal ist der stets vorhandene

Ätherdruck oder statische Ätherdruck zu beachten, welcher mit dem Luftdruck in Parallele gestellt werden kann, oder mit dem molekularen Druck der Flüssigkeiten und weiter ist der Druck der Ätherwellen zu berücksichtigen, welcher nur in Richtung der Ätherschwingung auftritt und dynamischer Ätherdruck zu nennen ist. Der dynamische Ätherdruck würde bei strömendem Äther auch vorkommen, doch sind mir praktische Beispiele für das Auftreten von Ätherströmungen nicht bekannt. Bei den Schwingungen der Ätherwellen, d. h. bei der Elektrizität, haben wir dann noch ferner zwischen dem Druck stehender Ätherwellen, wie sie bei der statischen Elektrizität und dem Druck bewegter Ätherwellen, wie sie im elektrischen Strom als dynamische Elektrizität auftreten, zu unterscheiden.

Beide Druckarten, der statische Ätherdruck und der durch Elektrizität, d. h. ätherische Wellen erzeugte Druck unterstützen einander, wo sie gleich gerichtet sind, und bekämpfen einander, wo Wellen nach Ausbreitung trachten. (Vergl. II, 3c. und d., S. 17—21.)

Wir gewinnen also die Vorstellung, dafs die Elektrizität aus ätherischen Wellen besteht und mit dem Schall des Reiches der Wärmebewegung in Parallele zu stellen ist. Der Träger der Elektrizität ist aber nicht, wie bei der Schallwelle, die Wärmebewegung oder der molekulare Druck, sondern eine chaotische Bewegungsform höherer und weitaus feinerer und schneller sich vollziehender Art, welche den ganzen Weltenraum zwischen den Gestirnen, das Innere der Atome durchdringt und zu jeder Zeit und in jedem Stoff im Mittelpunkt der Erde, in den festen Körpern, den Flüssigkeiten und Gasatomen, wie auch zwischen denselben auftritt. Unter der elektrischen Kraft verstehen wir nur die Wellen und Druckschwankungen, welche gelegentlich im Reiche der ätherischen Bewegung erzeugt werden.

Bevor wir uns nun eingehender den elektrischen Vorgängen zuwenden, erscheint es geboten, diejenigen Beziehungen zwischen dem statischen Druck und dem Wellendruck etwas näher ins Auge zu fassen, welche unabhängig von der spezielleren Beschaffenheit des Stoffes in jedem elastischen Mittel auftreten.

(Vergl. II, S. 12.) Wofern der geehrte Leser nicht Zeit hat, den ganzen Abschnitt II zu studieren, wird derselbe gebeten, den kurzen Auszug über Wellen, Teil II 4, S. 22—26 sich anzusehen.

## 2. Kraft und Arbeit wie Spannung und elektrischer Strom.

Die Kraft leistet eine Arbeit, wenn sie einen Widerstand vor sich her schiebt oder eine Last zieht. Zwischen dem Kraftträger und dem Widerstande tritt Spannung ein, welche leider immer die Kraft in ihrer Wirkung bekämpft. Die Spannung ist niemals gröfser oder kleiner als Widerstand und Kraft, sondern beiden einzeln gleich. Die Spannung wird durch Druck vorwärts oder Zug rückwärts übertragen.

In der Elektrizitätslehre heifst die treibende Kraft die elektromotorische Kraft und wird meistens E geschrieben, während vielleicht der Buchstabe K für Kraft bezeichnender gewesen wäre. Weiter nennt man den Widerstand leider nicht W, sondern Imal W. Wir wollen vorderhand den Gesamtwiderstand hier G nennen und schreiben K oder E = G. Die Kraft ist gleich dem Gesamtwiderstand. Zwischen der Kraft am Ort der Kraftquelle und den Widerständen herrscht Spannung, z. B. Riemenspannung zwischen Pferd und Wagen, Trossenspannung zwischen Schleppdampfer und Kahn, Kuppelungsspannung zwischen Lokomotive und Wagen; es nimmt die Spannung mit Entfernung von der Kraftquelle ab, nachdem schon Widerstände überwunden worden sind, so dafs die Spannung sich verteilt und z. B. in der Kuppelung vor dem letzten Wagen des Eisenbahnzuges den kleinsten Wert besitzt. Die Spannung ist am Orte der Krafterregung am gröfsten, erleidet durch Überwindung der Widerstände eine Einbufse und nimmt in ihrem Wert längs des Leiters allmählich ab. Man nennt diese Abnahme das Gefälle der Spannung.

Die Gröfse der Spannung ist der sekundlich sich vollziehende Austausch an Bewegungsgröfse zwischen einem Kraftträger und einem Widerstande. (Vergl. Definition des Begriffes Kraft im Buche Naturkraft S. 23.)

Durch den Widerstand wird Energie auf die Umgebung übertragen, oder in anderer Weise fortgeleitet und verbraucht, so dafs Ersatz geschaffen werden mufs, welcher gleich dem Produkt aus

Widerstand mal Wegeslänge, d. h. gleich der geleisteten Arbeit sein mufs, wenn die Bewegung nicht gestört werden soll.

Bei den Elektromotoren bilden die Drehschwingungen des magnetischen Feldes zwischen den Polen der Magnete das Triebwerk, welches Kraft auf die Leitung überträgt. Die Ätherteilchen schlagen gegen die Wellenberge im Draht, woselbst eine Schwingung vorwärts vollführt wird. Die Wellenthäler liegen gleichsam im Schatten der Wellenberge; in ihnen zuckt der Stoff zurück, doch wird derselbe nicht von der Ätherbewegung getroffen und behelligt, weil das Drahtmaterial in den Thälern durch die vorspringenden Berge vor dem Ätheranprall geschützt ist. Die

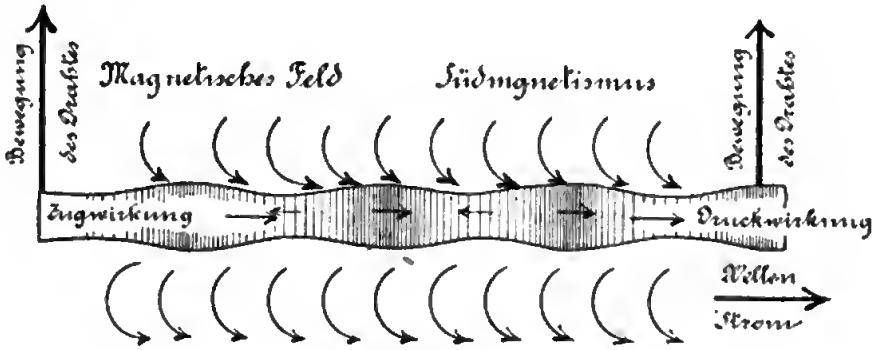



**Fig. 1.**

Verhältnisse liegen hier ähnlich, wie bei den Wasserwellen*), welche durch den Wind eine Energievermehrung und Steigerung erfahren. (Vergl. hier Oberflächenwellen am Stromleiter III, 2, S. 27; über Vorgänge im magnetischen Feld vergl. hier III, 6 u. 7, S. 35 u. 36, wie Tafel I, Fig. 7 u. 8.)

Die von dem Magnetismus, d. h. ätherischen Drehschwingungen auf den Leitungsdraht übertragene Arbeit ist gleich dem Produkt aus der elektromotorischen Kraft E, deren Wert der Summe der sekundlich erfolgenden Ätherstöfse entspricht, und dem sekundlichen Schwingungsweg des Materiales in den Wellenbergen. Dieser Weg ist auch gleich der mittleren sekundlichen Geschwindigkeit der Strömung; doch ist für den ganzen Strom I der Stromquerschnitt aufserdem noch von Bedeutung.

*) »Über Gestalt und Bewegung von Wasserwellen in stehenden und fliefsenden Gewässern mit Berücksichtigung der Einwirkung des Windes« von M. M. Exners Repertorium der Physik, Band XXII.

Der Gesamtwiderstand G, welcher der elektromotorischen Kraft E an Gröfse gleich, aber dieser entgegen gerichtet ist, wächst proportional der Stromstärke I. Man hat, um einen bequemen Rechnungsausdruck zu erhalten, den bei der Stromstärke »Eins« auftretenden Widerstand W genannt, so dafs bei der Stromstärke I der Gesamtwiderstand den Wert W.I besitzt. Es besteht also die Gleichung E = W.I, darin E die elektromotorische Kraft und W.I einen dieser entgegenwirkenden Gesamtwiderstand bedeutet.

Es bleibt späteren Mitteilungen vorbehalten, diese Definitionen noch genauer zu fassen.

Ein Elektrizitätsteilchen ist ein Wellenberg oder ein Wellenthal, je nachdem die eine oder andere der beiden entgegengesetzten Elektrizitäten gemeint ist.

Das ruhende Elektrizitätsteilchen, in der ruhenden Spannung oder der magnetischen Spannung unterscheidet sich von dem strömenden Elektrizitätsteilchen dadurch, dafs letzteres mit der allen fortschreitenden elektrischen Wellen eigenen grofsen Geschwindigkeit von etwa 40000 deutschen Meilen die Sekunde im freien Raum und 50000 deutschen Meilen sekundlicher Geschwindigkeit im Metalldraht dahin eilt, während statische Elektrizität infolge von Reflexionen und Magnetismus infolge allmählicher Ablenkung in kreisende Bewegung am Orte verharren.

## 3. Der Gleichstrom und der Wechselstrom.

Der Gleichstrom ist ein Wellenstrom, in welchem die Wellenberge und -thäler vorwärts in Richtung des negativen, Wellenenergie vorwärts übertragenden Stromes eilen. In den Wellenbergen oder Orten hohen statischen Ätherdrucks schwingt das Material mit der Stromstärke vorwärts, während dasselbe in den Wellenthälern zurückzuckt, so dafs das Material im ganzen den Ort nicht dauernd verläfst.

Wenn man nun den Gleichstrom langsam anwachsen und wieder fallen läfst, dann entstehen Wellenbilder anderer Art, d. h. nur Schwankungen in der Stärke des Gleichstromes.

Wenn man abwechselnd Gleichströme entgegengesetzter Richtung in die Leitung sendet, entsteht der Wechselstrom. Die Wellenbilder laufen dann vielleicht $^1/_{50}$ Sekunde alle nach rechts, dann aber alle nach links, so dafs Gleichströme von 1000 Meilen

Länge einander folgen, welche in der Richtung wechseln, so dafs das Ganze Wechselstrom genannt werden kann.

Herr Professor Dr. Hertz operierte bei den bekannten Versuchen mit Wechselströmen von sehr kurzer Periode, so dafs dabei Gleichströme von nur wenigen Metern Länge einander in umgekehrter Richtung folgten. Durch Reflexion gelang es immer, je zwei entgegengesetzte Ströme an gewissen Knotenpunkten einander sich begegnen zu lassen, so dafs die Strömungen sich dort aufhoben und an diesen Punkten kein Strom vorlag. Sehr wichtig ist es aber, zu beachten, dafs jene Wechselströme aus Gleichströmen zusammengesetzt sind, welche jede für sich aus Wellenreihen bestehen.

## II. Eigenschaften der Wellen.

Die Wellen zerfallen in zwei Hauptgruppen, in die Oberflächenwellen und in die elastischen Wellen des eingeschlossenen Mittels.

### 1. Oberflächenwellen.

Zu den Oberflächenwellen gehört die Wasserwoge und dasjenige Bild der Schallwelle oder der elektrischen Welle, welches an der Oberfläche eines Metalldrahtes auftritt, wenn Wellen in dem Draht erzeugt sind (vergl. Fig. 1, S. 9). Die Oberflächenwellen erregen das Wasser, die Luft oder den Äther bis in eine senkrecht zur wellenbewegten Oberfläche gemessenen Entfernung hin. Dabei beschreibt der Stoff, das Wasser, die Luft oder der Äther kreisende Bahnen, welche bei der Wasserwelle sehr wohl bekannt sind, für die Luftwelle zumal von dem Physiker von Helmholtz auch für den Fall untersucht wurden, dafs Luftströmungen von verschiedenem spezifischen Gewicht über einander hingleiten und in der Elektrizitätslehre als Foucaultsche Ströme, oder besser gesagt Drehschwingungen sich bemerkbar machen.

Oberflächenwellen treten dort auf, wo die Verschiebung eines Teiles der Oberfläche senkrecht zur Oberfläche Kräfte erzeugt, welche dieser Verschiebung entgegengesetzt verlaufen und das Teilchen zurückzutreiben bemüht sind. Die Geschwindigkeit, mit welcher die Oberflächenwellen mit ihren Wellenbergen und -thälern dahin eilen, hängt von der Länge dieser Wellen ab und der Heftigkeit der Bewegung, mit welcher das verschobene Teilchen wieder in die mittlere Lage der Oberfläche zurück und dann jenseits über dieselbe hinaus zu schwingen bestrebt ist.

Die Oberflächenwellen erzeugen (wie hier bewiesen wird) im Mittel durch den Wechsel von Berg und Thal nach vorwärts keinen oder nur einen kleinen Druck und keinen Bodendruck.

Auf der hier hinten im Buch beigehefteten Tafel I ist in Fig. 1 angedeutet, dass sich z. B. im Wasser der Druck nur nach der Tiefe unter der Oberfläche richtet und dem Gewicht der Wassersäulenhöhe »h« entspricht.

In Fig. 2 ist gezeigt, wie in den Wellenbergen der Druck um den angenähert gleichen Betrag zunimmt, wie derselbe in den Thälern abnimmt, so dafs im Mittel weder nach den Seiten zu, noch gegen den Boden hin eine Vermehrung des Druckes statthat. Die ganze Arbeit, welche zur Erzeugung der Welle aufgewendet ist, wurde zur Überwindung der Schwerkraft verbraucht und vermag mithin nicht noch aufserdem zur Vermehrung des mittleren Druckes beizutragen. Der Druck, welchen die Oberflächenwellen im Mittel hervorrufen, besitzt mithin den Wert Null, als Differenz zwischen den beiden vor und nach Erzeugung der Wellen vorhandenen ganz unveränderten mittleren Werten mittleren Drucks.

## 2. Elastische Wellen.

Ganz anders gestalten sich die Verhältnisse bei Wellen, welche im eingeschlossenen Raum als Schallwellen oder elektrische Wellen erzeugt werden. Diese elastischen Wellen besitzen nicht in dem nämlichen Sinn Berge und Thäler, wie die Oberflächenwellen, sondern die Bezeichnung Welle ist nur bildlich gedacht. Es steigt und fällt in jenen Fällen nur der statische Druck über und unter einen Mittelwert und man erhält das Bild der Wellen erst durch eine zeichnerische Darstellung des Wechsels in der Stärke des Druckes oder dadurch, dafs man eine Schallwelle oder elektrische Welle gegen eine bewegliche Oberfläche, eine Membran treten läfst. Diese elastischen Wellen erzeugen in Richtung der Schwingung, wie nachfolgend bewiesen wird, einen Wellendruck.

Wofern man jenen Umstand nicht beachtet, dafs elastische Wellen in Richtung der Schwingung Druck äufsern, kann man das Wesen der Elektrizität überhaupt nicht verstehen, da der Wellendruck die Elektromotoren treibt, die magnetischen Wirkungen hervorruft und alle Kraftäufserungen der Elektrizität veranlafst. Meines Wissens ist die Thatsache, dafs und warum elastische Wellen einen Druck äufsern, bisher noch nicht erörtert worden.

Auf Taf. I, Fig. 3 ist dargethan, dafs die in einem Kubikmeter des Raumes angehäufte freie Energie den Druck in diesem Raume bestimmt; daselbst ist auch die bezügliche Formel niedergeschrieben, nach welcher sich der Druck errechnet. Im Buch Naturkraft sind diese Untersuchungen auf S. 28 und S. 54 ausgeführt. Unter freier Energie ist dabei diejenige Bewegungsenergie zu verstehen, welche nicht durch innere Zug- oder Anziehungskräfte aufgehoben, d. h. in ihren Bahnen auf sehr kleine Wege und Räume beschränkt ist, sondern frei nach aussen hin wirkt, bis die umschliefsende Hülle des Raumes erreicht ist.

In Fig. 4*a* und *b* und der beigefügten Rechnung wird gezeigt, dafs durch die Erregung von Wellen im eingeschlossenen Raum in den Wellenbergen der Druck um einen höheren Betrag steigt, als der Druck in den Thälern fällt, da in die Wellenberge die ganze auf Erzeugung der Wellen verwendete Arbeit hineingeleitet wird. Das Mittel aus dem Druck im Wellenberg und im Wellenthal ergiebt hier nicht, wie bei Oberflächen, den nämlichen Wert wie zuvor, als noch keine Wellen erregt waren, sondern einen Mehrbetrag; derselbe entspricht der zugeführten auf Wellenerregung verwendeten Energie und ist unter Fig. 4, Taf. I ausgerechnet. Dieser Kraftüberschufs ist der Wellendruck, welcher nach Ausdehnung trachtet. Während bei den Oberflächenwellen, z. B. den Wasserwellen, die auf Erregung der Wellen verwendete Arbeit durch das Heben der Wassermasse auf die Höhe des Wellenberges dem Raume entzogen wird, indem sie verbraucht ist, um die Schwerkraft zu überwinden, bleibt eine für Erzeugung der Wellen im elastischen Mittel verwendete Arbeit diesen letzteren Wellen erhalten, vermehrt um ihren Betrag die freie Energie des Raumes und steigert mithin den Druck im Raume.

Bei den Rechnungen ist zu berücksichtigen, dafs in den Wellenbergen Kompression und Erwärmung, in den Wellenthälern Expansion und Erkaltung in Luftwellen statthat, während in den Ätherwellen der Elektrizität in den Wellenbergen die Kommotion zu-, in den Wellenthälern die Kommotion, d. h. jene ätherische chaotische Grundbewegung, welche den statischen Ätherdruck erzeugt und mit der Wärmebewegung in Parallele zu stellen ist, abnimmt.

## 3. Beziehungen zwischen statischem Druck und Wellendruck.

*a.* Der ruhende oder **statische Druck** wird durch eine nach allen Richtungen abwechselnd hin und her jagende Bewegung der kleinsten Teilchen erzeugt. Die Teilchen können Moleküle sein, dann sprechen wir von einem molekularen Druck, welcher z. B. in der Luft den Luftdruck, im Dampf den Dampfdruck, im Wasser den molekularen Wasserdruck erzeugt, welch letzterer etwa 20000 Atmosphären zählt, da das Wasser so viel dichter ist als der Dampf und die molekulare Bewegung im Wasser auf dem gröfsten Teile der Bahn um den Betrag der latenten Wärme erhöht ist, so dafs die Schwingungen heftiger und viel häufiger ausfallen als in Gasen. (Vergl. das Buch Naturkraft S. 60, 74, 79 und 85.) Der molekulare Druck in den festen Körpern und Flüssigkeiten entspricht einer Wärmeenergie, welche sich aus der äufseren Wärme und der latenten Wärme zusammensetzt.

Die Schwankung im molekularen Druck ist gleichbedeutend mit einer Schallwelle. Ein Schallleiter ist nun ein Körper, in welchem der molekulare Druck thunlichst konstant ist. An der Oberfläche der Körper vermindert sich aber der molekulare Druck, z. B. bei Wasser um etwa 19999 Atmosphären, so dafs ein Übergang des Schalles von Wasser auf Luft nur unvollkommen stattfindet. Wie der molekulare Druck der festen und flüssigen Körper durch die inneren Zugspannungen im Hauptbetrage an den Raum gebunden ist, weil er nur durch die latente Wärme erzeugt wird, so sind auch die in diesen Körpern erregten Wellen im Meistbetrage an sie gebunden und können nur in dem Umfange auf andere Körper übergeleitet werden, als diese durch molekularen Druck mit den Trägern der Schallwellen in Berührung gebracht werden. Ob dabei der molekulare Druck durch latente Wärme oder äufseren Druck erzeugt wird, ist gleichgültig. Hieraus erklärt sich als Gegensatz zur Schallleitung die Isolation.

Für den Schall im Äther, d. h. die Elektrizität, gelten die gleichen Gesetze, sobald man statt des molekularen Druckes, d. h. des durch Wärmebewegung erzeugten Druckes, den ätherischen Druck einsetzt, welcher durch die chaotische Bewegung des Äthermaterials, der Ätherkörnchen hervorgerufen ist, überall und immer auftritt, aber in den Atomen um den Betrag der latenten Ätherkornbewegung oder latenten Kommotion eine

Steigerung erfährt. Anderseits ist die Kommotion des Äthers zwischen den Molekülen und Atomen, soweit diese gegenseitig Anziehungskräfte äufsern, kleiner als in Gasen und im freien Himmelsraum.

Die Gröfse des statischen oder ruhenden Ätherdrucks kann diesseits nicht angegeben werden, da das spezifische Gewicht oder die Dichte des Äthers nicht bekannt ist. Es wächst der Druck aber mit dem Quadrat der Korngeschwindigkeit, und da diese für den Äther fast millionenfach gröfser ist als die Molekülbewegung der Luft bei Null Grad Temperatur, so ergeben sich für den Ätherdruck äusserst hohe Zahlen. Würde der Äther etwa 1500mal leichter sein als Luft von Null Grad Wärme bei einer Atmosphäre Druck, dann müfste der Ätherdruck mehr als eine halbe Milliarde Atmosphären umfassen. (Vergl. »Naturkraft« S. 38.)

Bei diesen Betrachtungen müssen wir berücksichtigen, dafs unter Äther hier nur der Licht- und Elektrizitätsäther gemeint ist, dessen Druckunterschiede molekulare Anziehungen und chemische wie auch magnetische Kräfte veranlassen. Es giebt aber zweifelsohne noch höhere Druckarten, welche Träger der Schwerkraft sind und ganz fabelhaft grofse Werte besitzen mögen. Die Gesamtheit der Druckarten steht für die Erzeugung materiellen Lebens zu Gebote und dient auch als Mittel für Übertragung und Leitung der geistigen Kraft. Nicht allein nach Raum und Zeit, sondern auch in Richtung der Kraft erweist sich uns die Welt selbst im räumlich Kleinen noch als unendlich.

*b.* Der **Wellendruck** unterscheidet sich von dem statischen Druck dadurch, dafs er nur in Richtung der Schwingung zur Geltung kommt, senkrecht zur Bahn der schwingenden Elemente aber nicht auftritt. Es läfst sich jedoch eine konfuse Bewegung von Wellen erzeugen, welche nach allen Richtungen durcheinander verläuft, z. B. in einem eingeschlossenen Raum, wo die Wellen an unregelmäfsigen Umschliefsungen reflektieren und nun in wirrem Verlauf sich nach allen Richtungen kreuzen. Wir wollen nun den ersteren Wellendruck, welcher nach einer Fläche oder vielleicht auch nur nach einer Linie orientiert ist, den polarisierten Druck elastischer Wellen bezeichnen, im Gegensatz zu dem anderen Wellendruck, welcher im vollkommensten Fall homogen sein kann. Die Polarisationsebene ist die jeweils vorhandene Schwingungsebene.

Senkrecht zur Schwingungsebene oder Polarisationsebene wirkt annähernd nur der statische Druck, während in Richtung der Polarisationsebene der Gesamtdruck sich aus jenem statischen Druck und dem Wellendruck zusammensetzt, also einen Mehrbetrag aufweist.

In Richtung der Polarisations- oder Schwingungsebenen werden die Moleküle sich nicht willig zusammenfügen, weil in diesen Richtungen der Gesamtdruck am gröfsten ist, während in einer Richtung quer dazu der Gesamtdruck kleiner ist, mithin also auch in diesen Richtungen die Materialien sich bequemer an einander reihen können. So entstehen z. B. die magnetischen Kraftlinien vergl. Fig. Ia. und IIa., Tafel II; auch ist zu beachten, dafs in diesen Vorgängen diejenigen Ursachen zu suchen sind, welche eine Krystallisation der Stoffe nach gewissen Achsen und Gesetzen herbeiführen.

*c.* **Das Zusammenwirken von Wellendruck und statischem Druck in umschlossenen und in kommunizierenden Räumen.**

In einem Kasten von 1 cbm Rauminhalt, dessen Wandungen die Schallwellen nicht durchlassen, sondern zurückwerfen, sei eine Glocke aufgestellt. Mit einem Hammer von 1 kg Gewicht werde mit etwa 1 m Geschwindigkeit auf die Glocke ein Schlag ausgeübt und so zwar, dafs 1 Meterkilogramm Arbeit in Schallwellen verwandelt wird. Die in dem Kubikmeter Gas, z. B. hier Luft, vorhandene freie Energie betrug zuvor, wenn der Luft- oder Gasdruck eine Atmosphäre ausmachte, 19100 mkg (Meterkilogramm); dabei ist es von keinem Belang, ob das Gas ein grofses oder kleines Atomgewicht und hohe oder niedrige Temperatur aufweist. (Vergl. »Naturkraft«, S. 28 und S. 54.) Durch die Erzeugung der Schallwellen ist nun die freie Energie um den Betrag von 1 mkg, also um etwa $^1/_{191}$ stel Prozent gestiegen. Mithin wird auch der Druck im Raum um $^1/_{191}$ stel Prozent einer Atmosphäre zugenommen haben, wenn der Wellendruck durch vielfaches Echo an den festen Umschliefsungen sich gleichmäfsig verteilt hat, d. h. homogen geworden ist.

Wofern man jetzt den Kasten an irgend einer Stelle öffnet, wird aus demselben so viel Luft entweichen, dafs der innere Gesamtdruck und der äufsere Druck einander die Wage halten. Das Gleichgewicht wird erreicht sein, wenn $^1/_{19100}$ stel der Luft durch die Öffnung aus dem Kasten ausgetreten ist; dann aber

wird der statische Luftdruck um $^1/_{19100}$ stel gesunken sein, so dafs jetzt der Gesamtdruck von statischem Druck und Wellendruck im Kasten dem äufseren Druck gleich geworden ist. Wir gewinnen als Regel:

In kommunizierenden Räumen, d. h. Räumen, welche nicht überall durch unverschiebbare Umschliefsungen von einander getrennt sind, sondern überall oder an einer Berührungsstelle so untereinander verbunden sind, dafs der Gesamtdruck sich hüben und drüben ausgleichen kann, wird dieser Ausgleich sofort erfolgen. In dem mit Wellen erregten Raume sinkt dann der statische Druck.

Erzeugt man also z. B. im freien Äther elektrische Wellen, d. h. wie wir hernach erkennen werden, negative Elektrizität, dann sinkt daselbst der statische Ätherdruck, weil der freie Äther sich gegen den freien Weltenraum ausdehnen kann, mit diesem kommuniziert und Gleichgewicht zwischen Wellendruck plus statischem Ätherdruck am Orte und dem äufseren Ätherdruck des freien Raumes herbeiführt.

Das Mafs, um welches der statische Ätherdruck abgenommen hat, entspricht dem negativen Potential des Ortes.

Hierbei müssen wir uns des Umstandes erinnern, dafs der Ätherdruck wahrscheinlich nach vielen Millionen von Atmosphären zählt und daher die Ausdehnung des Äthers, soweit sie durch elektrische Wellen veranlafst wird, nur klein ausfällt. Leitet man z. B. durch elektrische Wellen Millionen Meterkilogramm Energie in einen Kubikmeter Äther hinein, dann dürfte sein Volumen nur um $^1/_{550} \cdot {}^1/_{19100}$ vielleicht ein Zehnmillionstel Kubikmeter zunehmen. Bei allen Betrachtungen müssen wir uns dessen erinnern, dafs der Ätherdruck enorme Werte besitzt, welche zwar noch nicht zahlenmäfsig festgelegt sind.

### *d.* Das Zusammenwirken von Wellendruck und statischem Druck im freien Raum.

#### Anziehung und Abstofsung.

Von einem erregten Zentrum mögen nach allen Seiten Wellen ausgehen. Die Schwingungen vollziehen sich radial und weisen sämtlich auf ein Zentrum hin. Dabei entstehen Kugelwellen, wenn die Ausbreitung der Wellen im Raume statthat oder Cylinder-

wellen, wenn die Ausbreitung der Erregung nur in Ebenen sich vollzieht, die zu einer Achse senkrecht stehen. Z. B. bildet der Leitungsdraht eines elektrischen Stromes eine derartige Achse.

Bei den räumlich nach allen Seiten sich verbreitenden Kugel- oder Kugelschalenwellen kann man nicht wohl von einer Polarisations- oder Schwingungsebene sprechen, weil die Schwingungen sämtlich radial verlaufen, also nach allen Richtungen gegen einander abweichen. Wir könnten sagen, in Kugelwellen sind die Schwingungen zentral polarisiert.

Die Schwingungen, welche radial von einem Draht auslaufen, sind nach Ebenen polarisiert, welche sämtlich sich in dem Drahte schneiden. Im Querschnitt gesehen, erscheint der Draht als Punkt oder Kreisfläche und der Schnitt durch die Polarisationsflächen als ein Büschel radialer Strahlen, die von dem Kreise ausgehen. Durch einen Hohlspiegel aufgefangen, können die Ebenen einander sämtlich parallel gerichtet werden; alsdann nennt man die Schwingungen polarisiert. Bei den bekannten von Professor Dr. Hertz ausgeführten Versuchen sind die elektrischen von einer Leitung ausgehenden Wellen durch einen Hohlspiegel aufgefangen, parallel auf einen zweiten cylindrischen Hohlspiegel geworfen und in der Brennachse desselben auf einen Leitungsdraht reflektiert, woselbst diese Wellen Strom im Draht erzeugten. Edinson hat derartige Spiegelungen fortgesetzt.

Es kommt nun darauf an, zu erkennen, dafs bei Ausbreitung der Wellen der statische Druck am Zentrum abnimmt und so zwar, dafs die Summe aus Wellendruck und statischem Druck in Richtung nach aufsen dem äufseren statischen Druck das Gleichgewicht hält.

Diese Vorgänge entsprechen genau den bei Luftströmungen und Flüssigkeitsströmungen bekannten Erscheinungen. Woselbst sich ein Strom ausbreitet, verliert derselbe an Geschwindigkeit, da in gleichen Zeiten gleiche Materialmengen die Querschnitte passieren müssen. Dabei rennt von hinten der schneller bewegte Stoff auf die vorderen langsamer fliefsenden Massen, prallt zurück und verwandelt diesen Überschufs an relativer Bewegung in molekulare Schwingungsenergie, wodurch der statische Druck in jener Richtung, dahin die Erweiterung des Stromquerschnittes statthat, einen Zuwachs erfährt. Dabei bleibt in jedem Punkt der Bahn die Summe aus dem statischen Druck, vermehrt um den dynamischen Druck konstant, wofern hierbei von Reibungswider-

ständen abgesehen wird. Ein ähnlicher Vorgang vollzieht sich bei einer umgekehrten Bewegungsrichtung, welche Masse aus weiten in enge Querschnitte überführt. Hier sinkt abermals nach dem Ort des verjüngten Querschnittes hin der statische Druck, weil die durch ihn dargestellte Energie sich hier in äufsere Bewegung verwandelt hat. Mit der Pitotschen Röhre*) gemessen, ist zu erkennen, dafs dort wieder der dynamische Druck des Wasserstrahles gleich dem Verlust an statischem Druck ist, so dafs die Summe beider Druckarten in allen Stromquerschnitten den nämlichen Wert behält. (Vergl. hier II, 41., S. 26.) Allemal haben wir also kleinen statischen Druck an Orten kleiner Stromquerschnitte und grofsen statischen Druck, woselbst der Strom ausgebreitet ist; möge derselbe nun in der einen oder anderen Richtung verlaufen, mithin auch, wenn die Masse sich abwechselnd hin und her bewegt, d. h. bei Schwingungen. Hier wird der Stromquerschnitt durch die Wellenoberfläche gemessen.

Woselbst also Wellen zur Ausbreitung gelangen, nimmt die Energie der schwingenden Bewegung in Richtung der Ausbreitung ab, indem dorthin der statische Druck zunimmt.

Die unter »Ausbreitung des Schalles der Luft« § 162 S. 648 in Wüllners Experimentalphysik gemachte Annahme: »Es bleibe die ganze Schwingungsenergie der ganzen Kugelschalenwelle nach aufsen hin der sich ausbreitenden Welle erhalten«, ist mithin irrig. Ebenso wie bei Strömungen findet eine Umsetzung des dynamischen Druckes in statischen Druck statt. Die Wellen haben nach aufsen hin nur im ersten Moment der Entstehung noch nicht mit jenem statischen Druckgefälle zu kämpfen, sie schaffen sich dasselbe aber durch ihre Ausbreitung, bei den Schallwellen nach längerer, bei den elektrischen Wellen in sehr kurzer Zeit und verwandeln sich dann zuletzt sogar in stehende Wellen, welche fast keine Energie mehr in die Ferne übertragen.**) (Vergl. »Naturkraft« V, Abschnitt 27, »Centralschwingung«, S. 137 und 138.)

*) Vergl. »Handbuch der Ingenieurwissenschaften« III: »Der Wasserbau« 1, S. 140.

**) Über den Begriff Reibung und Bewegungsgröfse (wie Kraft) bei fliefsenden, schwingenden und gleitenden Massen.« M. M. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleifses 1890, S. 231 bis 252; im besonderen 3) »Die Erhaltung der Bewegungsgröfse, angewendet auf die Ausbreitung von Schwingungsenergie in Kugelwellen« S. 237 bis 241.

Digitized by Google

Der elektrisierte Körper ist dann von einem System stehender Kugelschalenwellen umgeben, welche sich nicht ausbreiten können, weil in der Nähe des elektrisierten Körpers der statische Ätherdruck entsprechend abgenommen hat. In Richtung der Radien ist die Summe aus dem statischen Ätherdruck und dem Wellendruck, welcher nur in Richtung der Polarisation oder Schwingung wirkt, in dem besonderen Fall gleich dem statischen Druck im freien Weltenraum, wenn die Schwingungsbahnen dorthin verlaufen; endigen dieselben aber an einem Ort höheren oder niedrigeren Gesamtdrucks, wie z. B. die Schwingungsstrahlen $W_5$ und $W_6$, Fig. Ia. und $W_3 r$ Fig. IIa. Tafel II, dann richtet sich der Gesamtdruck längs der ganzen Schwingungsfläche nach den dort obwaltenden Verhältnissen, so dafs derselbe gröfser oder kleiner sein kann als der statische Druck im freien Raum und mithin Überdruck und Abstofsung veranlafst, oder andererseits kleiner ausfällt als der Druck von entgegengesetzt verlaufenden Schwingungsbahnen und darum saugend wirkt, d. h. Anziehung hervorruft.

**Abstofsung.**

Wofern zwischen zwei materiellen Körpern elastische Wellen sich ausbilden, in deren Schwingungsebene, welche beide Körper trifft, ein höherer Gesamtdruck herrscht, als von aufsen auf die Körper eindringt, liegt eine gegenseitige Abstofsung derselben vor.

**Anziehung.**

Anziehung tritt ein, wenn auf der Verbindungslinie zweier Körper der Gesamtdruck kleiner ist als der äufsere Druck.

### *e.* Isobarische Flächen.

Bei allen Untersuchungen ist zu berücksichtigen, dafs nur in Richtung der Wellenstrahlen oder Polarisationsflächen, d. h. längs denselben, der Gesamtdruck, welcher die Summe aus dem statischen Druck und dem Wellendruck darstellt, konstant wurde, nachdem der Gleichgewichtszustand erreicht ist. In Ebenen, welche senkrecht zu den Wellenstrahlen verlaufen, haben wir keinen Wellendruck, sondern nur statischen Druck (vergl. auch hier III 8d., β., S. 45); weil aber der statische Druck mit Ausbreitung der Welle sich ändert, so scheiden jene senkrecht zu den Wellenschwingungsflächen oder Polarisationsflächen verlaufenden

Flächen Orte niederen und höheren statischen Druckes von einander, sie sind isobarische Flächen. Die isobarischen Flächen oder Niveauflächen des Ätherdrucks werden auch Kraftflächen, oder im Schnitt mit der Bildebene Kraftlinien genannt. (Vergl. Tafel II.)

*f.* **Saugewirkungen und Kraftlinien.**

Dort, wo ein Stromquerschnitt sich verengt, ist der statische Druck klein. In ein Saugerohr, welches von mittlerem statischen Druck umgeben ist, will der äufsere Druck von der Seite her eindringen; er übt auf die Rohrwandungen einen Überdruck aus und prefst dieselben von aufsen zusammen, wenn sie nicht fest genug sind. Ein Gleiches tritt bei Wellensystemen ein, welche sich ausbreiten. An Stelle der Strömung ist dabei die Schwingung getreten. Der verjüngte Stromquerschnitt ist dort vorhanden, wo die Schwingungen konvergieren, d. h. wo der Stromquerschnitt, hier die Wellenoberfläche, sich klein gestaltet. Daselbst wird senkrecht zur Schwingungsbahn das Material zusammengeprefst. Diese Linien, in denen Material, welches an der Strömung oder Schwingung nicht so teilnimmt, aufeinander zustrebt, nennt man die Kraftlinien. Im Raume setzen sich dieselben zu Kraftflächen zusammen. Die Strömungen oder hier die Schwingungsbahnen oder Polarisationsflächen verlaufen überall senkrecht zu den Kraftflächen. Da man nun durch die um einen Magneten gestreuten Eisenfeilspähne Kraftlinien leicht kenntlich machen kann (vergl. Fig. 6 und zwar hier S. 33), lassen sich auch die senkrecht zu den Kraftlinien verlaufenden Polarisations- oder Schwingungsflächen empirisch konstruieren. Auf Tafel II sind die Schwingungsebenen nicht empirisch gefunden, sondern theoretisch konstruiert (vergl. hier S. 39 bis 43).

Die Fig. 6 ist nur als eine schematische Skizze aufzufassen, welche auf Genauigkeit keinen Anspruch macht.

## 4. Eine kurze Zusammenfassung der Resultate über den Druck und die Wellen.

a) Der statische Druck wirkt wirr oder chaotisch nach allen Richtungen des Raumes, derselbe zerfällt seiner räumlichen Ausbreitung nach in den freien Druck, z. B. den Luftdruck, oder denjenigen Druck des Wassers, welcher sich aus dem auflastenden Gasdruck und dem Gewicht der auflastenden Wassersäule er-

rechnet und zweitens in den unfreien, oder latenten Druck, welcher durch molekulare Anziehungskräfte bekämpft wird, so dafs die Materie zwischen diesem Druck und den Anziehungskräften, wie zwischen zwei Federn eingeklemmt ist; sie sucht sich eine Gleichgewichtslage aus, dehnt sich aus, wenn die molekulare Energie oder Wärmebewegung wächst und zieht sich zusammen, wenn die molekulare Anziehung überwiegt. Im Wasser beträgt der molekulare Druck etwa 20000 Atmosphären.

b) Jede Vermehrung der freien Energie vermehrt auch den Druck in dem betreffenden Raum; ist jene hinzutretende freie Energie homogen, d. h. nach allen Richtungen gleichmäfsig verteilt, dann tritt durch sie eine Vermehrung des statischen Druckes auf; bevorzugt sie aber durch ihre Schwingungen oder Strömungen eine besondere Richtung, dann heifst der durch sie erzeugte Zuwachs an Druck der dynamische Druck der Strömung bezw. der Wellen.

c) Der Wellendruck wirkt nur in Richtung der Schwingungs- oder Polarisationsebene, senkrecht dazu herrscht annähernd nur der chaotische oder statische Druck. (Vergl. hier III, 8 d. β., S. 44—46.)

d) Durch Oberflächenwellen wird in Richtung der Schwingung kein oder nur ein verhältnismässig kleiner Wellendruck erzeugt, weil durch die Arbeit der quer zur Fortpflanzungsrichtung der Wellen, d. h. quer zur Oberfläche gerichteten Kräfte die auf Erzeugung der Wellen verwendete Arbeit verzehrt bezw. vorübergehend gebunden wird. Die Oberflächenwellen bedürfen einer besonderen theoretischen Behandlung. Als Beispiel von Oberflächenwellen ist die Wasserwoge zu nennen.

e) Wellen im eingeschlossenen Raum. Wofern in einem Raum, darin der statische Druck anfangs überall gleich ist, Wellen hervorgerufen werden, da steigt am Orte der Erzeugung der Gesammtdruck um den Betrag des Wellendrucks. Es entsteht dann eine Strömung der Wellen. Die Wellenbilder eilen vorwärts und dabei übertragen die Wellen durch ihren Überdruck in den Wellenbergen und durch ihren Unterdruck in den Wellenthälern Energie nach vorwärts; sie können dies eben, weil in forteilenden Wellen die Materie in den Wellenbergen unter Druck vorwärts und in den Thälern unter Zug rückwärts sich bewegt. In beiden Fällen wird wie bei der Kolben- und Pleuelstange einer

Maschine Energie vorwärts übertragen, sowohl wenn die Stange unter Druck vorwärts und auch, wenn sie unter Zug rückwärts sich bewegt.

f) Solange die elastischen Wellen sich nicht ausbreiten, eilen dieselben gerade aus, ihre ganze Energie immer auf andere Massen übertragend.

g) Sobald elastische Wellen sich ausbreiten, nehmen sie schnell an Energie ab, da sie vor sich zu einer Vermehrung und hinter sich zu einer Verminderung des statischen Druckes Veranlassung geben. Diese Vorgänge finden in ähnlicher Weise statt, wie die Druckzunahme am konischen Querschnitt eines von Luft oder Flüssigkeit durchströmten Rohres.

Die Wellen vermögen zuletzt nicht mehr das gegen sie gekehrte Gefälle des statischen Druckes zu überwinden und verwandeln sich nun in stehende Wellen.

Am Orte der Wellenerregung ist alsdann der statische Druck gesunken.

Die Physik hat diese Beziehungen meines Wissens bisher übersehen und daher ist das, was in manchen Lehrbüchern der Physik über die Ausbreitung von einem Zentrum ausgehender Wellen gesagt ist, unrichtig; es bildete einen Riegel, welcher das Thor zur tieferen Erkenntnis des Wesens der Elektrizität Jahrzehnte versperrte.

Die ganze Lehre vom Potential erklärt sich durch die bei Ausbreitung der Wellen statthabenden Vorgänge.

h) Es giebt im Stoff zwei Hauptreiche feiner Bewegung, dasjenige der Materie, deren Bestandteile Atome und Moleküle sind, die als Gase, feste und flüssige Körper auftreten und dasjenige des Äthers, welcher den Baustoff der Atome bildet und aufserdem den ganzen Himmelsraum zwischen den Gestirnen erfüllt.

Die Schwerpunktsbewegung der Atome und Moleküle nennen wir ihre Wärme. Die Wärmebewegung erzeugt den materiellen Druck, ein Wechsel in diesem materiellen Druck bedingt Schallwellen.

Die Schwerpunktsbewegung der Ätherkörnchen ist diesseits Kommotion (Erregung) genannt. Die Kommotion des freien Äthers veranlafst freien Ätherdruck, dessen Wert vielleicht über Hundert Millionen Atmosphären zählt.

Im Atom selbst dürfte der ätherische Stoff dichter zusammen gelagert und durch innere Zugkräfte verbunden sein, welche auf das Vorhandensein eines Ätherdrucks zweiter Ordnung aufserhalb der Atome deuten. Der innere ätherische Druck der Atome ist gleich dem äufseren Ätherdruck, vermehrt und einen latenten inneren Ätherdruck; letzterer dürfte 15 Tausend Billionen Atmosphären überschreiten und einen kleineren Teil des Ätherdrucks zweiter Ordnung bilden. (Vergl. das Buch Naturkraft S. 106.) Auch hier erscheint uns das Weltall unendlich, und zwar im räumlich Kleinen von einer unendlichen Kraft erfüllt.

Ein Wechsel im Ätherdruck pflanzt sich durch Wellen ätherischer Art fort, derselbe macht auf die Materie einen Eindruck, reifst dieselbe auseinander, erwärmt sie oder treibt dieselbe zusammen; er bildet jene Kraft, welche wir Elektrizität nennen. Fortgetragen wird jener Wechsel des Ätherdrucks durch die Wellen des elektrischen Stromes.

Woselbst die elektrischen Wellen so arbeiten, dafs örtlich zwischen zwei materiellen Körpern Gegensätze im Werte des Gesammtdrucks hervorgerufen werden, spricht man von magnetischen Erscheinungen, weil diese Druckdifferenzen Anziehung oder Abstofsung der Körper veranlassen.

i) Elektrizität ist also ein Wechsel im Ätherdruck an ein und demselben Ort, derselbe kann veranlafst bezw. begleitet sein von stehenden, d. h. ruhenden Wellen, alsdann spricht man von statischer Elektrizität oder einfach von Spannung, oder von forteilenden Wellen, dann spricht man von elektrischem Strom; dieser letztere überträgt Energie in die Ferne.

k) Magnetismus ist der Gegensatz in einer örtlichen Verteilung des ätherischen Gesamtdrucks, welcher sich aus dem statischen Ätherdruck und dem Druck der Wellen zusammensetzt.

Das Eintreten derartiger Zustände ist möglich, weil der statische Druck in einer Richtung quer zur Schwingung in den von Wellen bewegten Raum eintreten und den Gesamtdruck dann in Richtung der Schwingung vermehren kann. Die Linie, längs welcher der statische Ätherdruck sich ungestört fortpflanzen kann, heifst die magnetische Achse. In Richtung der magnetischen Achse vollführt der Stoff nur senkrecht zu derselben ätherische Schwingungen. (Vergl. Tafel II.)

l) In den Polarisations- oder Schwingungsflächen ist, wofern keine Wellenströmung statthat, also nur stehende am Zentrum erregte Wellen vorkommen, der Gesamtdruck an allen Orten derselben Schwingungsebene der nämliche; aber es variirt in ein und derselben Schwingungsfläche die Gröfse des statischen Ätherdrucks und des Wellendrucks und so zwar, dafs um denselben Betrag, wie der eine zunimmt, der andere abnimmt. (Vergl. hier II 3c. S. 17 und zumal d. S. 20.)

m) Bei Wellen, welche von aufsen auf ein festes Zentrum eindringen, vermag der Äther nicht auszuweichen, nicht zu expandieren; hier steigt darum der Gesamtdruck nach der Mitte hin.

# III. Die elektrischen und magnetischen Wirkungen.

## 1. Die Erregung der Elektrizität und der elektrischen Wellen im Allgemeinen.

Der Anprall eines Ätherkörnchens gegen ein Atom oder eine Atomreihe ruft in dem Atom Erzitterungen hervor, welche einer Erhaltung der inneren chaotischen Erregung ätherischer Art entsprechen, Kommotion genannt sind und mit der Wärmebewegung in Parallele gestellt werden müssen.

Wofern jedoch ein Atom B oder eine Ätherwelle gegen ein Atom A trifft, entstehen in A Wellen ätherischer Art. Gelingt es, diese Wellen abzuleiten, bevor jenes gleichsam als Hammer wirkende Atom B die Energie im Rückprall wieder in sich aufgenommen hat, dann fliehen einander A und B nach dem Schlage kaum; vielmehr eilt die Wellenenergie als Wellenstrom in den Fernleiter hinein. (Vergl. Tafel III links, Fig. 1—4 nebst Beschreibung wie das Buch Naturkraft S. 100.)

Im galvanischen Element findet eine derartige Vereinigung chemisch verwandter Atome statt, z. B. am Zinkkolben, woselbst der Sauerstoff sich mit dem Zink verbindet. Da das Zinkatom mit dem Zinkkolben zu einem festen Körper vereinigt ist, klingt von hier aus die elektrische Welle in den Draht hinein. Diesen Wellenstrom, welcher vom Zink durch den Draht zur Kohle geht, hat die Physik den negativen Strom genannt.

Wellen übertragen nur dann Energie in die Ferne, wenn die Wellenbilder vorwärts eilen. Stehende Wellen erzeugen zwar Spannung, tragen aber nichts zur Fortleitung der Energie für sich allein bei. (Vergl. das Buch Naturkraft S. 124—129.)

## 2. Die Erregung des Äthers ausserhalb eines Stromleiters.

In Figur 2 ist hier ein Leitungsdraht dargestellt, welcher in Richtung des grossen Pfeiles von einem negativen Strom, d. h. einem Strom elektrischer Wellen, durchflossen wird; mithin

## Elektrische Wellen im Äther.

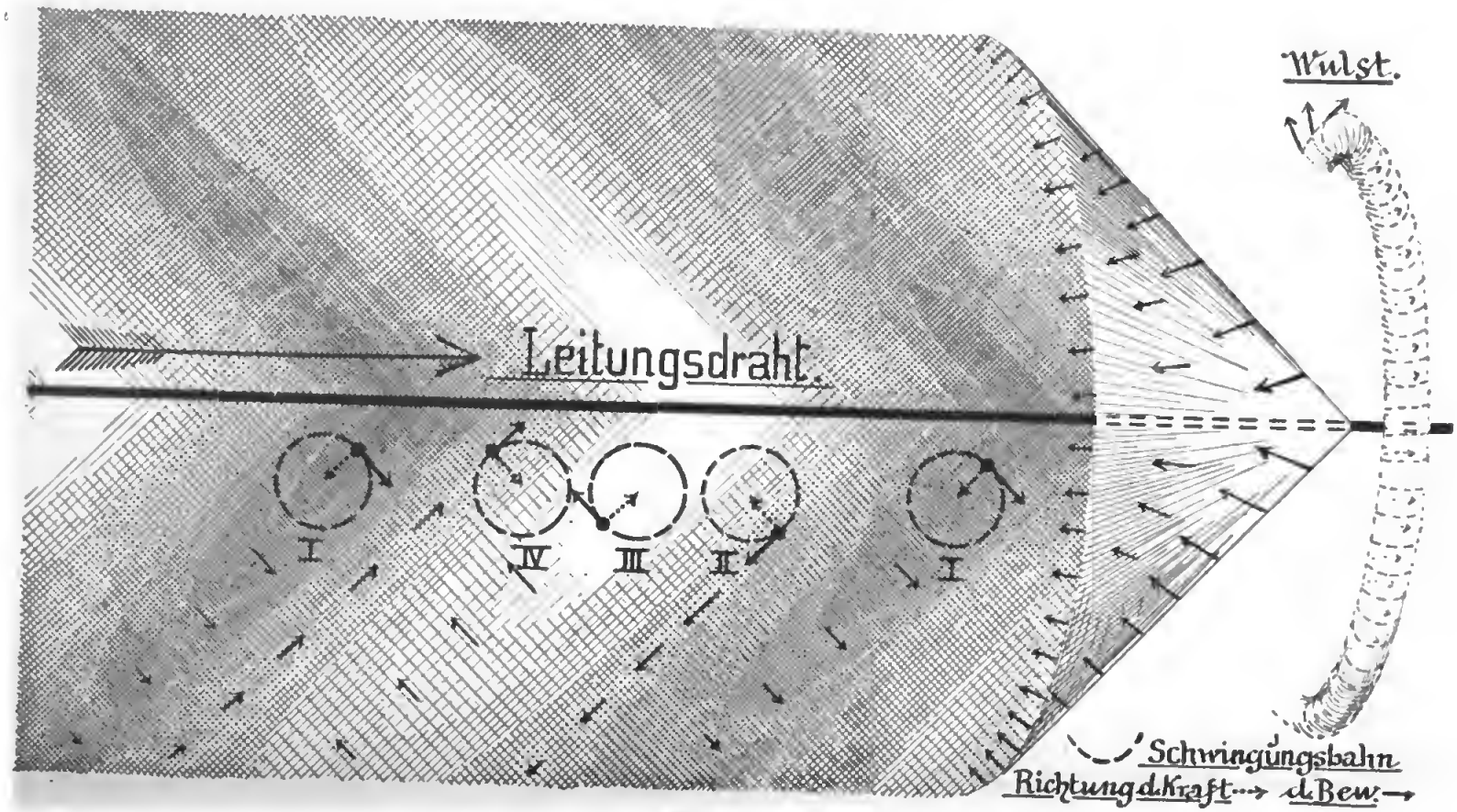



Fig. 2.

wechselt im Leitungsdraht der Ätherdruck, so dafs ein Bestreben der seitlichen Ausdehnung an den Orten stärkeren ätherischen Druckes auftritt und also auch an der Drahtoberfläche sich Wellenberge abzeichnen. An den Orten geringeren ätherischen Drucks erfährt das Drahtmaterial eine Zusammenschnürung, dort bilden sich Wellenthäler aufsen am Draht. (Vergl. Fig. 1 S. 9 hier.) Diese Wellen eilen mit der Geschwindigkeit des elektrischen Stromes, d. h. mit etwa 50000 deutschen Meilen Geschwindigkeit an der Drahtoberfläche dahin.

Der Äther des umgebenden Raumes wird durch diese Oberflächenwellen in Mitleidenschaft gezogen und so zwar, dafs er drehende Schwingung auszuführen beginnt. An den Wellenbergen, wie dies bei jeder forteilenden Welle statthat, erhält derselbe einen vorwärts gerichteten Antrieb; während derselbe im Wellenthal gleichzeitig mit dem Drahtmaterial wieder rückwärts schwingt.

Dort, wo ein Wellenberg im Leitungsdraht auftritt, entstehen auch im anliegenden Äther des umgebenden Raumes Ätherverdichtungen, d. h. ein Wellenberg, welcher hier dunkel schraffiert ist. Von den Wellenthälern des Leitungsdrahtes gehen im umgebenden Äther auch Wellenthäler aus. Diese Wellen breiten sich radial zum Draht nach allen Seiten aus und erleiden nach aufsen eine Abschwächung; gleichzeitig rückt der Ort der Erzeugung der Wellen vorwärts und ergeben sich daraus, solange der Strom im Leitungsdraht zunimmt, jene in Fig. 2 schräge gezeichneten Wellenbilder, welche mit 50000 deutschen Meilen Geschwindigkeit am Draht entlang huschen. Diese Wellen bilden einen Teil des elektrischen Stromes, doch bewegt sich wohl viel mehr Elektrizität durch den Draht als durch die Luft oder den umgebenden Äther, weil im Draht der latente Ätherdruck viel gröfser ist als der Druck des freien Äthers im umgebenden Raum. Das bezügliche Verhältnis richtet sich nach den Leitungswiderständen und den Querschnitten beider Materialien im Draht und aufserhalb desselben.

Wofern der Strom einen constanten Wert angenommen hat, stellen sich etwas andere Verhältnisse ein.

Durch die Schattierungen ist angegeben, wo hoher und niedriger Ätherdruck herrscht. Starker Ätherdruck ist dunkel, schwacher Ätherdruck ist hell oder weifs belassen.

Die Ätherbahnen sind durch Kreise hervorgehoben und durch gestrichelte Linien angedeutet. In Wirklichkeit sind dies Ellipsen oder unregelmäfsige Kurven.

Die jeweils vorhandenen Geschwindigkeiten sind durch kleine schwarze Pfeile angedeutet.

Die Kräfte, welche sich aus den Ätherdruck-Unterschieden durch die Abdachung der Berge nach aufsen, und an der Sohle der Thäler nach innen, wie an den Hängen quer von Berg zu Thal ergeben, sind durch kleine punktierte Pfeile hervorgehoben. Diese Kräfte verlaufen meist normal zu der Bewegungsrichtung des Ätherteilchens. welche an jenem Ort statthat, so dafs sie die ablenkende Wirkung ausüben, welche die Drehschwingung ermöglicht oder veranlafst.

Die Drehschwingungen der Ätherelemente sind denen der Wasserelemente in einer Wasserwoge ähnlich. Es sind nicht Wirbel, sondern Drehschwingungen, dabei benachbarte Teilchen immer nur um ein Kleinstes in ihrer Bewegung von einander abweichen.

Diese Wellen sind es, welche Herr Professor Dr. Hertz mit Hohlspiegeln aufgefangen und auf einen andern Draht geworfen hat, welcher in der Brennachse des auffangenden Hohlspiegels ausgespannt war. Es wurden Wellen wechselnder Richtung benutzt.

Näheres über diese Wellen und die Arbeitsübertragung durch Wellen überhaupt siehe im Buche Naturkraft S. 100—117 u. S. 123—128.

## 3. Induktion der Ströme.

Die Übertragung einer Kraft senkrecht zu ihrer Richtung auf eine parallel verlaufende Linie erfolgt bei Balken durch Drehmomente, bei Strömungen von Luft und Wasser durch Wirbel und bei Wellenströmen durch Drehschwingungen.

In Fig. 3 ist ein Hauptdraht gezeichnet, in welchem ein Strom in Richtung des gezeichneten Pfeiles auftritt. Nebenleiter I und II laufen parallel zum Hauptleiter. In diesen Nebenleitern treten nun Strömungen auf, wenn die Roll- oder Drehschwingungen heftig gegen die Nebendrähte schlagen. Zwei Mittel stehen zur Verfügung, um das Anschlagen der Drehbahnen gegen das Drahtmaterial zu erreichen. Entweder kann man den Nebendraht bewegen, so dafs er die Ätherbahnen trifft (vergl, Fig. 2 Ia. u. IIa.), oder aber man kann die Drähte am Ort ruhend

belassen und statt dessen die Rollbahnen des Äthers hin und her zerren, so dafs diese infolge ihrer Eigenbewegung den Anschlag vollführen; um letzteres zu erreichen, mufs man im Hauptdraht die Stromstärke ab- und zunehmen lassen, z. B. Wechselstrom durch den Hauptdraht senden. Bei zunehmendem Strom

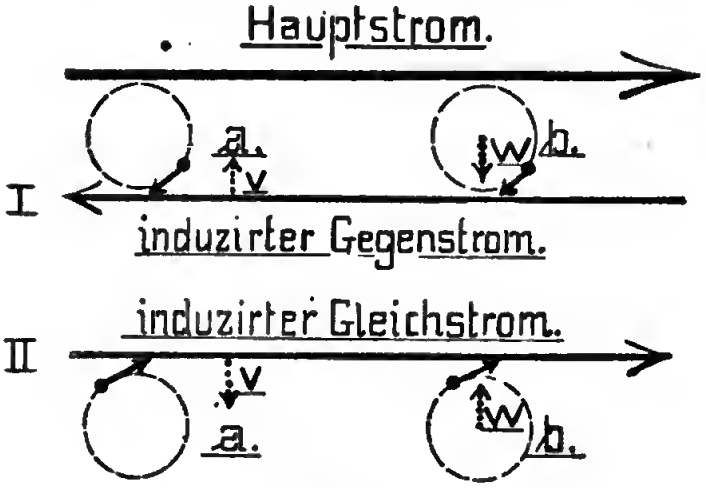



Fig. 3.

dehnt sich der Äther aus, es eilen dann die Wellen vom Hauptdraht nach aufsen, und dabei treffen die Drehschwingungen mit ihrer Rückseite gegen den Nebendraht. Hier bewegt sich der Äther in einem dem Hauptstrome entgegengesetzten Sinn, er veranlafst also bei wachsendem oder zunehmendem Hauptstrom einen Gegenstrom im Nebendraht. (Vergl. Fig. 3 Ib.) Bei abnehmendem Hauptstrom zieht sich der Äther wieder zusammen; die Wellenbilder verlaufen alsdann von aufsen nach innen auf den Hauptdraht zu; es treffen mithin dann die Rollbahnen mit ihrer dem Hauptstrom gleichgerichteten, diesem zugekehrten Seite gegen den Nebendraht und erzeugen also Gleichstrom im Augenblick, wo der Hauptstrom verschwindet. (Vergl. Fig. 3 IIb.)

Somit ergiebt sich die Regel, dafs bei Annäherung der Leiter Gegenstrom im Nebenkreis induziert wird, bei Entfernung derselben von einander Gleichstrom, dafs weiter bei zunehmendem Hauptstrom ein Gegenstrom in der Parallelleitung hervorgerufen wird und bei abnehmendem Hauptstrom ein Gleichstrom.

Wofern der Hauptdraht von einem Gleichstrom konstanter Stärke durchflossen wird, können dauernd von demselben keine

Wellen senkrecht zum Draht in die Ferne geleitet werden, sondern findet dies nur im ersten Augenblick eintretender und anwachsender Strömung statt. Hernach ist der Raum um den Draht herum von Wellen erfüllt, deren Schwingungsbahnen am Orte verharren und deren Berge und Thäler nur noch parallel zum Draht, aber nicht mehr senkrecht zu demselben forteilen. (Vergl. hier II 4 e., f. u. g.) Bei diesem Zustand wird in ruhenden Drähten darum keine Induktion erzeugt, weil der Anschlag der Ätherbahnen dann aufsen und innen gleich grofs ist, aber in entgegengesetzter Richtung erfolgte, so dafs die Wirkungen einander aufheben. (Vergl. »Naturkraft« S. 117.)

## 4. Die magnetischen Erscheinungen, soweit sie sich in einer durch zwei Ströme gelegten Ebene verfolgen lassen.

### *a.* Anziehung und Abstofsung.

Durch je zwei Ströme wird der Äther im Umkreis verschieden erregt. Zwischen zwei parallel verlaufenden Strömen wirkt der eine Strom auf eine Drehung rechts herum, der andere auf eine

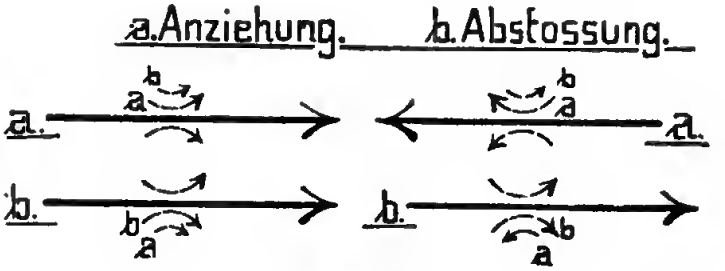



Fig. 4.

Schwingung links herum. Der Äther gelangt zwischen den gleich gerichteten Strömen mithin zur Ruhe (vergl. Fig. 4a.), so dafs dort, weil die Schwingungen fehlen, auch die Wellen fehlen oder sich mindern, so dafs in der Bildebene zwischen a. und b. nur ein schwacher Wellendruck auftritt.

Aufserhalb der Drähte a. und b. (Fig. 4a.), befindet sich der Äther in Bezug auf beide Ströme auf der nämlichen Seite, wird in gleichem Drehsinn zur Ausführung von Schwingungen angeregt und wirkt mithin mit kräftigem Wellendruck von aufsen auf die Drähte ein. Aufsen starker und innen schwacher Wellendruck bedingt für die Drähte ein Bestreben der Annäherung, d. h. Anziehung.

In Fig. 4b. ist Obigem entgegen dargethan, wie die gegenseitige Abstofsung entgegengesetzt gerichteter Ströme durch Vermehrung des Wellendrucks zwischen und Verminderung desselben aufserhalb der Drähte entsteht. (Vergl. »Naturkraft« S. 120.)

Wie die magnetischen Wirkungen sich im Raume gruppieren, ist auf Tafel II. zur Anschauung gebracht und hier unter III. 8. S. 38—52 und in Kürze zusammengefafst auf S. 50—52 besprochen.

### *b.* Drehung der Leiter.

Zwei Stromleiter a und b sind so aufgehängt, dafs sie am Kreuzungspunkt sich nicht berühren, in diesem Punkt aber eine Drehung um die senkrecht auf a und b stehende Achse vollführen können. Die Stromrichtungen sind durch Pfeile angedeutet.

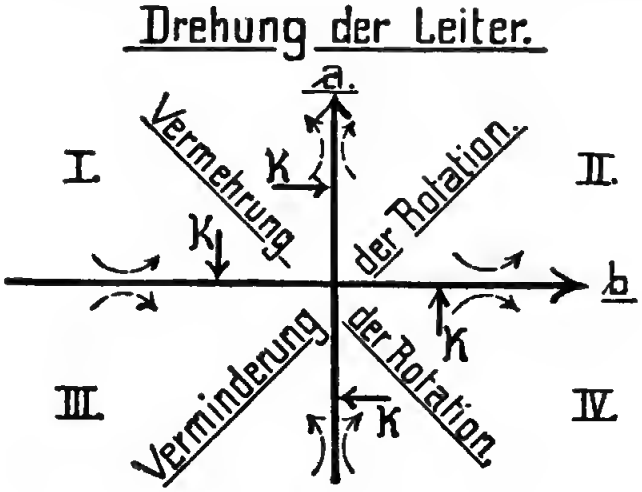



Fig. 5.

In den Quadranten I und IV wird der Äther in diesem Fall in gleichem Sinn durch beide Ströme angeregt und vollführt daher hier starke Drehschwingungen. In den Quadranten III und II gelangt der Äther ziemlich zur Ruhe, hier herrscht in der Bildebene schwacher Wellendruck, in I und IV aber starker Wellendruck, mithin gelangen die Kräfte K als jeweils auftretender Wellenüberdruck zur Ausbildung und veranlassen eine Drehung der Leiter a und b um die im Kreuzungspunkt gedachte Achse im Sinne der angedeuteten Kraftrichtungen.

### *c.* Magnete.

Zwischen zwei von Strömen gleicher Richtung umflossenen Kernen weichen Eisens hebt sich in der Bildebene der von a

und b (vergl. hier Fig. 6) ausgehende Schwingungsantrieb in Bezug auf den Drehsinn auf, so dafs keine Schwingung in der Mitte zwischen a und b verbleibt. Von aufsen wirkt gegen die Enden

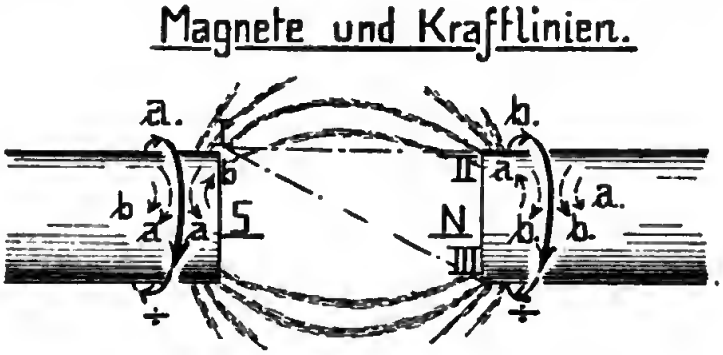



Fig. 6.

der Magnete der volle statische Ätherdruck und Wellendruck, zwischen a und b ist der Wellendruck gemindert, mithin ziehen einander die Eisenkerne an, d. h. sie werden durch den äufseren Ueberdruck von aufsen zusammen gepreſst. (Über die hierbei im Raume stattfindenden Vorgänge vergl. hier Tafel II. und S. 38 Abschnitt III. 8.)

## 5. Influenz.

Auf Tafel I. Fig. 5 a. und b. sind die im Umkreis einer elektrisierten Kugel eintretenden Zustände dargestellt.

Die daselbst als Zentrum in Fig. 5 a. gezeichnete Kugel werde mit Elektrizität geladen, negative Elektrizität sei gewählt. Es gerät alsdann auch der umgebende Ätherraum in Bewegung, Kugelwellen eilen vom Zentrum aus in die Ferne, weil zunächst am Orte der Erregung die Summe des statischen Ätherdrucks, vermehrt um den Wellendruck, gröfser ist als der Druck im weiteren Umkreis, woselbst doch aufsen nur statischer Ätherdruck herrscht. Bei Ausbreitung der Wellen setzt sich, wie unter II. 4., e., f. und g. hier näher erörtert ist, der dynamische Wellendruck allmählich in statischen Druck um, so dafs eine Saugewirkung eintritt, der Äther sich über einen gröfseren Kugelraum ausdehnt und an statischer Spannung verliert. Nach II. 4. g. S. 24 und den voraufgegangenen Erörterungen ist längs den Radien, oder Schwingungsbahnen der Gesamtdruck überall der nämliche. Der statische Druck steigt in dem Maafs nach aufsen, wie der Wellendruck an Wert nach aufsen abnimmt. Es ist diese Be-

ziehung in einer graphischen Darstellung der Druckwerte durch Fig. 5b. Tafel I. zum Ausdruck gebracht, in dem die nämliche Kurve dazu dient, das Maſs der Zunahme des statischen Drucks und der Abnahme des Wellendrucks nach auſsen anzudeuten. Aus diesem Grunde müssen in der Figur die einen Ordinaten von oben nach unten bis an die Kurve und unterhalb derselben von unten nach oben gemessen werden.

Das Gesetz der Druckabnahme ist ein quadratisches, da nach auſsen hin die gesamte Druckkraft der Wellen erhalten bleibt und sich nur auf die gröſsere Kugeloberfläche verteilt, so daſs der Wellendruck nach auſsen hin in gleichem Verhältnis abnimmt, wie die Kugeloberfläche zunimmt.

Es ist also nicht die Wellenenergie, sondern die Kraft der Wellen, welche nach auſsen hin eine Abnahme nach dem Quadrat des Radius pro Oberflächeneinheit erfährt, während bei der Ausbreitung des Schalles z. B. bei Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik, Band I, S. 648, angenommen wird, daſs die Energie einer jeden Welle im ganzen Umfange erhalten bleibe und pro Flächeneinheit nach dem Quadrat des Radius in der Ferne abnehme. Dies aber ist nicht zutreffend, die in einer ganzen Kugelschallwelle enthaltene Energie nimmt nach auſsen hin mit der zweiten Potenz und pro Flächeneinheit der Kugeloberfläche mit der vierten Potenz des Radius ab. Die Differenz erleidet Reflexion nach innen und hält den äuſseren statischen Überdruck zurück.

Bringt man nun in dies System einen die Elektrizität besser leitenden Körper als die Luft oder der freie Äther, dann verteilt sich in ihm der statische Ätherdruck und der Wellendruck in ganz besonderer Weise, derart, daſs auf der Verbindungslinie des Erregers und des beeinflufsten Leiters verminderter Gesamtdruck entsteht. Wie auf Tafel II. für den Magnetismus das Zusammenwirken verschiedener Erregungszentren dargestellt ist, so muſs eine derartige Konstruktion auch für zentral erregte Körper durchgeführt werden. Hierbei ist zu beachten, daſs vorhandene zuvor stehende Wellen sich in Richtung eines Potentialgefälles des statischen Ätherdrucks in Bewegung setzen, wobei der Überdruck in den Wellenbergen multipliziert mit der vorwärts gerichteten Schwingungsgeschwindigkeit in den Bergen als Strom erscheint. Um die Erscheinungen der Influenz genauer verstehen

zu lernen, wird man zweckmäfsig zunächst zwei Zentren gleichnamiger Elektrizität einander gegenüber stellen und die Konstruktion auszuführen versuchen und dann ein erregtes Zentrum mit einem nach der Erde abgeleiteten Konduktor in Beziehung bringen. Auch ist die Experimentalforschung dabei weiter auszuwerten.

Es sei noch erwähnt, dafs ich mir aus bindenden Gründen zur Zeit unter negativer Elektrizität elektrische Wellen vorstelle, welche meistens oder immer im Umkreis des elektrisierten Körpers einen statischen Ätherunterdruck infolge ihrer Ausbreitung zur Folge haben. (Vergl. S. 27.) Positive Elektrizität würde als Gegensatz hierzu ein Ersatz des Wellendrucks im Zentrum durch statischen Ätherdruck bedeuten; doch ist diese Frage noch nicht zum Abschluss gebracht. (Vergl. Fig. 6a. und 6b. auf Tafel I.)

## 6. Die Dynamomaschine.

Mit Hülfe der Dynamomaschine wird mechanische Arbeit in elektrischen Strom verwandelt. Auf Tafel I. Fig. 7 ist das Wirken der Dynamomaschine veranschaulicht. Gegeben ist ein Eisenmagnet, auf dessen Stirnfläche der Beschauer blickt. Entgegen dem Zeiger der Uhr bewegt sich ein negativer Strom um den Magneten, so dafs ein Südpol vorliegt und der ganze Äther vor der Stirnfläche des Magneten Drehschwingungen vollführt, welche im Sinne des negativen Stromes, also hier entgegen dem Zeiger der Uhr verlaufen.

Ein schwarz gezeichneter Kupferdraht bewegt sich parallel zur Bildebene vor dem Magneten vorbei, d. h. in der Zeichnung von dem unteren nach dem oberen Teile des Bildes. Der Draht schlägt dabei gegen die Drehschwingungen oder Rollbahnen des Äthers, welche man wohl auch Foucaultsche Ströme nennt, und empfängt Schläge von links nach rechts. (Vergl. auch Fig. 1 S. 9.) Mithin entsteht ein Strom IIa. im Draht als Gewinn. Andererseits erzeugt dieser entstandene Strom links und rechts, bezw. oben und unten vom Draht Ätherrotationen, welche symmetrisch zum Draht verlaufen und daher in ihrem Rotationssinn sich links vom Draht, hier im Bilde oben zu den Schwingungen des magnetischen Feldes addieren. Dementsprechend steigt der Ätherwellendruck auf jener Seite, wie dies durch die schwärzere Schraffierung hervorgehoben ist, während der Ätherwellendruck auf der im Bilde unterhalb belegenen Seite eine

Abschwächung erleidet, weil hier der Strom dem Äther einen anderen Drehsinn geben möchte, als derselbe durch den Magneten erfährt.

Oben starker, unten schwacher Wellendruck bedingt einen Hemmungswiderstand in Richtung der Bewegung des Drahtes, welcher durch die mechanische Leistung der Dampfmaschinen oder der Wasserkraft dauernd übernommen werden mufs und den Verbrauch mechanischer Arbeit veranlafst.

Über die Ableitung des Stromes aus diesem Draht d der Dynamomaschine vergl. S. 49 und 50 Fig. 8.

Auf Seite 38 wird hier im Abschnitt 8 dargethan, dafs der Wellendruck sich jeweils radial um den Draht gruppiert, so dafs derselbe den Draht durchaus treffen mufs und nicht etwa seitlich am Draht vorbeistreichen kann. (Vergl. Tafel II.) Es kommt dies daher, weil jene Wellen vom Drahte selbst ausgehen. Das Echo derselben mufs dann naturgemäfs auf den Ausgangspunkt zurückstrahlen, da die Masse des umgebenden Raumes wie ein Hohlspiegel wirkt.

Im Gegensatz zur galvanischen Elektrizität, welche durch Anprall von Atomen hervorgerufen wird, entsteht die durch dynamische Wirkung hervorgerufene Elektrizität also infolge des Anpralles der Ätherwellen bezw. deren Schwingungen gegen einen Leiter der Elektrizität. (Vergl. S. 9, 28 und 31).

Über die Entnahme des im Draht erzeugten Stromes und die Erzeugung des Potentialgefälles vergl. hier III 8 d., δ., Beispiel 4, S. 48 und Fig. 8 S. 49 bezw. 50.

## 7. Der Elektromotor.

Zur Umsetzung elektrischer Energie in mechanische Bewegungsenergie bedarf es einer Maschine, welche fast genau so gebaut ist, wie die Dynamomaschine und mit dieser theoretisch ganz übereinstimmt. (Vergl. Fig. 8 Tafel I.)

Es ist wieder das magnetische Feld vorhanden, nur bewegt man nicht den Draht in erster Linie, sondern sendet einen elektrischen Strom durch den Draht hindurch, welcher von einer fernstehenden Dynamomaschine zugeleitet wird. Der Strom erzeugt links und rechts Drehschwingungen, welche sich oben mit den Schwingungen des magnetischen Feldes zusammensetzen und hier den Wellendruck vermehren. Unten ist das Gegenteil der

Fall, der Strom möchte den Äther in anderer Weise in Drehschwingung versetzen, als dem Drehsinn im magnetischen Felde entspricht, so dafs hier eine Abschwächung der Schwingung, mithin eine Verminderung des Wellendrucks statthat.

Durch den im Bilde von oben her ausgeübten, also erzeugten Wellenüberdruck wird der Draht in Richtung der Druckkraft auszuweichen bestrebt sein und die Speichen und Riemscheiben des Rades mit sich nehmen, an welchen der Draht als Teilstück längerer Drahtspulen befestigt ist.

## 8. Die magnetischen und elektrischen Vorgänge im Raume.

(Vergl. Tafel II.)

### *a.* Die Schwingungsflächen und die Kraftflächen.

Im Abschnitt III. 4. sind die magnetischen Erscheinungen zwar schon auf ihre innere Ursache zurückgeführt, doch ist daselbst zur Erleichterung der ersten Vorstellung noch von der Darstellung derjenigen Vorgänge Abstand genommen, welche in einer senkrecht zu der im Abschnitt III. 4. gewählten Bildebene und überhaupt im Raume sich vollziehen. (Tafel II.)

In Fig. Ia. und b. sind diejenigen Drehschwingungen, Schwingungsebenen oder Polarisationsebenen und Kraftflächen, bezw. Flächen gleichen Ätherdrucks, d. h. äther-isobarische Flächen konstruiert und dargestellt, wie sie im Umkreis eines Ringleiters entstehen, welcher von einem elektrischen Strom durchflossen ist.

Fig. Ia. zeigt den Ring im Querschnitt. Senkrecht zur Ringebene verläuft durch den Mittelpunkt des Ringes die magnetische Achse, welche, wenn der Ring frei hinge, sich in den magnetischen Meridian des Erdmagnetismus einstellen würde. Hier liegt die magnetische Achse in der Bildebene; sie ist durch eine gerade horizontal verlaufende strichpunktierte Linie angedeutet. Wie wir alsbald erkennen werden, treten in dieser magnetischen Achse nur senkrecht zu derselben verlaufende Ätherschwingungsbahnen auf, so dafs in Richtung der Achse weder Ätherschwingung noch Wellendruck, sondern nur statischer Druck herrscht.

Da nun in diesem Fall die magnetische Achse bis in die Unendlichkeit reicht, herrscht an allen Punkten derselben, wofern keine Strömung vorliegt, keine Entnahme von Ätherdruck an irgend einem Punkte statthat, sondern konstante Zustände vorhanden sind, überall der statische Ätherdruck A, wie er sich im freien Weltenraum, bezw. am Ende der Achse findet.

Aufser der magnetischen Achse giebt es keine andere derartige Linie, welche senkrecht zu den Schwingungen gezogen werden kann und in der Unendlichkeit endet, sondern alle übrigen zu den Polarisations- oder Schwingungsebenen zu zeichnende Normalen bilden geschlossene Kurven. Diese Normalen heifsen im Schnitt mit der Bildebene Kraftlinien, im Raume bilden sie Kraftflächen, d. h. Flächen gleichen statischen Ätherdrucks, oder Niveauflächen des statischen Ätherdrucks, auch kann man dieselben isobarische Flächen des Äthers nennen und die Kraftlinien Ätherisobaren. (Vergl. hier II. 3e. S. 21.)

Längs diesen Kraftlinien oder Ätherisobaren herrscht an allen Orten ein und derselben Linie, bezw. Raumfläche, gleicher statischer Ätherdruck, da alle Schwingungen des Äthers senkrecht zu diesen Linien, bezw. Flächen verlaufen und diese daher in Richtung der Kraftlinien keine Arbeit verrichten, noch einen dynamischen Druck oder Wellendruck in jener Querrichtung zu äufsern vermögen.

Die senkrecht zu den Kraftlinien bezw. Kraftflächen verlaufenden Schwingungsflächen bezw. Polarisationsflächen sind zwischen Widerlager eingespannt oder sitzen auf materieller Unterlage auf. In unbegrenzt offenen Polarisationsebenen ist nach II. 3c. u. d., S. 17 u. 21 wie II. 4l. S. 25 der Gesamtdruck, d. h. der statische Druck, vermehrt um den Wellendruck längs der Fläche von Ort zu Ort gleichbleibend; jedoch variiert dabei sowohl der Wellendruck, wie der statische Druck; ersterer nimmt nach dem Zentrum der Erregung, oder dem Brennpunkt der Strahlen, um so viel zu, wie der statische Druck dorthin abnimmt. Verfolgen wir also eine in Fig. II a. Tafel II. mit vollem Strich gezeichnete Schwingungsebene, dann treten wir dabei von Orten höheren statischen Ätherdrucks gegen das Zentrum der Erregung hin, hier durch den Ringkörper gebildet, in Orte schwächeren statischen Ätherdrucks ein, d. h. wir schneiden die normal dazu stehenden Flächen gleichen statischen Ätherdrucks, Kraftflächen genannt, oder in der Bildebene die Kraftlinien.

Der jeweils schwache statische Ätherdruck ist durch helle Schraffierung und der starke statische Ätherdruck, wie er sich weit aufserhalb im freien Raum und aufserdem in der magnetischen Achse findet, ist durch dunklere Schraffierung hervorgehoben.

### *b.* Konstruktion der Schwingungsflächen.

Von jedem Punkt eines elektrisch erregten Körpers gehen Wellen derart aus, dafs sie sich über gröfsere Kugelschalen ausbreiten. Dabei nimmt nicht die Energie $\frac{mv^2}{2}$, wie die physikalischen Lehrbücher solches heute noch vielfach oder sämtlich annehmen, sondern die dynamische Kraft mv pro Flächeneinheit nach dem Quadrat der Entfernung ab, weil sich die dynamische Kraft über gröfsere Kugeloberflächen verteilt. (Vergl. hier II. 3d. und das Buch Naturkraft S. 134 u. 138; desgl. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleifses 1890, S. 237—241.)

Örtlich ist die Gröfse der dynamischen Kraft in Kugelwellen dem Quadrat der Entfernung vom Erregungscentrum umgekehrt proportional.

Die Gröfse und Richtung der dynamischen Kraft bestimmt die Richtung und Stärke der Schwingung.

Wird ein Ätherraum gleichzeitig von mehreren Erregungscentren oder Erregungselementen aus beeinflufst, dann vollführt er seine Schwingung in Richtung der resultierenden Kraft und entsprechend der Gröfse derselben.

Nach diesen Erörterungen können wir für irgend einen Punkt des Raumes die Richtung der Schwingungsebene construieren.

Für den Punkt P ist in Fig. Ia. Tafel II. die Konstruktion der Tangente zur Schwingungsebene in Punkt P durchgeführt, mit der Beschränkung, dafs nur diejenigen bei den Ringelement ein die Betrachtung hineingezogen sind, welche in der Bildebene als Querschnitt erscheinen. Die um einen rechten Winkel von der Bildebene abstehenden Ringelemente heben einander in ihrer Wirkung für den Punkt P meist auf und kommen daher nicht in Betracht.

Den Querschnitten sind die Buchstaben O und U beigefügt. Es ist damit angedeutet, dafs in O der negative elektrische Strom, d. h. der Strom elektrischer Wellen, nach oben aus der Bildebene heraustritt, diese senkrecht durchdringend, während U die umgekehrte Bewegung nach unten, oder hinten in die Bildebene hinein bedeutet.

Von den Ringelementen O und U gehen nun nach allen Seiten strahlenförmig die Schwingungsebenen aus, dabei jede Drehschwingung so orientiert ist, dafs sie den nach oben gekehrten Teil ihrer Bahn nun auch dem nach oben gekehrten Teil O des Ringstromes zuwendet und den nach unten verlaufenden Bahnast dem Ringquerschnitt U zukehrt, in welchem der Strom nach unten durch die Bildebene tritt. Um dieses anzudeuten, sind Schwingungsbahnen längs einigen Schwingungsebenen herausgezeichnet und mit den Buchstaben o und u an ihren Enden versehen. Diese Drehschwingungen erscheinen in der Fig. Ia. als Linien, da die Bildebene von der Drehebene in den Punkten der Bildebene senkrecht getroffen wird.

Der Äther erleidet im Punkt P von U aus einen Antrieb PN derart, dafs sich der Äther bei P abwärts und bei N aufwärts bewegen möchte, d. h. auf dem Querschnitt U zugekehrten Teil des Strahles abwärts. Umgekehrt treibt der im Querschnitt O aus der Bildebene hervortretende Strom den Äther im Punkt P derart an, dafs derselbe auf der O zugekehrten Seite, hier in M aufwärts und andererseits in P sich abwärts zu bewegen trachtet. Statt nun in beiden Ebenen sowohl in PM, wie in PN eine Drehung zu vollführen, wird der Äther, weil jenes unausführbar ist, als Ebene der Drehschwingung die Resultierende R, das ist Po, wählen. Diese Linie ist dann die Tangente an die Schwingungsfläche im Punkte P.

Bei dieser Konstruktion ist zu beachten, dafs die Strecken PM und PN zwar beliebig grofs aufgetragen werden dürfen, dafs aber das Verhältnis derselben dem Quadrat der Abstände von den Erregungscentren umgekehrt proportional sein mufs.

$$\frac{PN}{PM} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$$

Bei dieser Untersuchung ist natürlich vorausgesetzt, dafs die Stromstärke an allen Punkten des Ringes, also auch in U und O gleich grofs sei.

Eigentlich müfste man statt der vereinfachten Konstruktion auch alle übrigen Ringteilchen als Erreger mit in Betracht ziehen, doch ändert dies nicht viel oder vielleicht auch nichts am Resultat.

Statt der Zahlenrechnung ist hier eine kleine graphische Konstruktion vorgezogen, indem die durch Schraffur hervorge-

hobenen ähnlichen Dreiecke zur Ableitung des gesuchten Verhältnisses von PN und PM benutzt sind. Die Rechnung ist aber bequemer.

Es ist noch darauf aufmerksam zu machen, dafs man die Zusammenfügung der Schwingungsrichtungen PM und PN auch in beliebig anderer Weise vornehmen kann, z. B. indem man die Bahnenden o in P zusammenlegt etc.; nur mufs man beachten, dafs die Richtungen o und o und u und u und nicht o und u zu addieren sind, da letztere einander teilweise oder ganz aufheben; auch ist der Drehsinn o—u oder u—o auf dem Strahl zu vermerken, sonst entstehen Irrtümer.

Es kann zunächst gleich bezüglich der Fig. IIa. erwähnt werden, dafs die Konstruktion in gleicher Weise erfolgt ist; doch sind hier 4 Erreger zu beachten, da zwei Stromkreise und mithin 4 Ringquerschnitte O und U wie O' und U' in der Bildebene vorliegen. Es ist nun für Punkt P zunächst die Konstruktion so durchgeführt, als ob nur O und U als Erregungszentren vorhanden wären, daraus sich dann die Resultierende Po' ergab; hernach ist die Konstruktion für die Strahlen PO' und PU' wiederholt und alsdann sind beide Resultierenden Po' und Po', zu einer Resultierenden $R_3$ oder $Po_3$ nach dem Parallelogramm der Kräfte vereinigt. Diese Linie ist alsdann eine Tangente zur Schwingungsfläche in P. Auch ist die Länge dieser Resultierenden das relative Mafs für die Gröfse der Schwingungskraft; dieselbe steht auch zu der Schwingungsamplitude in Beziehung. Bei diesen Untersuchungen wurde vorausgesetzt, dafs beide Ringe von gleich starken Strömen durchflossen würden.

Bei der ersten Kraft steht die Wahl über den Mafsstab, welcher für die Auftragung zu wählen ist, noch frei. Es sind aber gewisse Festsetzungen zu treffen, wenn die Gröfse der Resultierenden zugleich das Mafs der Schwingungskraft angeben soll; auch dürfen in diesem Fall nicht die anderen Ringelemente vernachlässigt werden.

Für die Konstruktion der Polarisations- oder Schwingungsebenen der Figuren Ia. und IIa. wurden obige Berechnungen für thunlichst viele Punkte wiederholt. Es macht jedoch die Darstellung keinen Anspruch auf peinliche Genauigkeit, da sie nur zur Veranschaulichung der Konstruktionsweise dient.

Auch ist hervorzuheben, dafs die Schwingungsbahnen und die sie jeweils senkrecht durchschneidenden Kraftlinien in beliebig

gewählter Anzahl und in willkürlich gewählter Entfernung von einander gezeichnet sind. Es wäre besser gewesen, die strichpunktierten Kraftlinien in Nähe der Ringquerschnitte O, U wie O' und U' näher aneinander zu rücken, da hier die gröfsten Gegensätze im Ätherdruck auftreten. In der magnetischen Achse sind die Kraftlinien vielleicht zu nahe an einander gerückt worden. In dieser Hinsicht macht die Darstellung keinen Anspruch auf Genauigkeit, da sie nicht den Einflufs aller Ringelemente berücksichtigt.

### *c.* Das Wesen des Magnetismus.

In der magnetischen Achse wirken alle Ringelemente in gleichem Sinne drehend auf den Äther ein, so dafs hier starke Rotationsschwingungen auftreten; dieselben zeigen den gröfsten Wert in der Drahtebene selbst, doch bedarf es einer kleinen Rechnung, um anzugeben, wie die Schwingung vom Draht gegen den Mittelpunkt des Kreises sich ändert.

Bei Anwendung eines Ringes (vergl. Fig. I.) ergeben sich nur in unendlicher Entfernung von dem erregenden Ringstrom Punkte, an welchen der Äther so gut wie ruhig verbleibt, also keine Drehschwingung durch den Ringstrom erleidet.

Bei Anwendung zweier Ringe (vergl. Fig. II.) ereignet sich der interessante Fall, dafs zwischen den Ringen, welche von parallel verlaufenden Strömen durchkreist sind, längs der Kreislinie XX (vergl. Fig. IIa. als Punkt und Fig. IIb. als Kreis) der Äther vollständig in Ruhe verbleibt, so dafs er nach keiner Richtung hin schwingt und hier keinen Wellendruck äufsert. Da an diesem Ort nun auch der statische Ätherdruck klein ist, sinkt hier der Gesamtdruck unter den Ätherdruck des freien Raumes hinab und daher wird in jener Richtung, wohin Linien gleichen Gesamtdrucks von hier ausgehen und Materie treffen, diese Materie einseitig einem schwachen Gesamtätherdruck in der bezüglichen Richtung unterliegen und mithin hierher angezogen werden. Dies trifft nun für die von X in Fig. IIa. Tafel II. ausgehenden, nach den Ringen verlaufenden Schwingungsebenen $W_3 r$ zu und darum ziehen sich die Ringe in diesen Richtungen an, d. h. sie werden von aufsen in jene Richtungen getrieben, weil zwischen den Ringen längs diesen Linien und in den benachbarten Räumen ein Minus und ein Unterdruck in Bezug auf den Gesamtätherdruck im Vergleich zum Aufsenraum herrscht. Dies also ist das Geheimnis oder Wesen des Magnetismus.

Der Kreis X bildet nach allen Richtungen hin die Grenze entgegengesetzten Sinnes der Drehschwingung, so dafs hier ohne Änderung des Standpunktes der Beschauer zu beiden Seiten der X Linie oder neutralen Linie einen jeweils anderen Magnetismus beobachtet.

Das Zusammenstofsen entgegengesetzter Magnetismen oder Drehschwingungssinne von allen Seiten des Raumes kann ohne Reibung und Störung nur dort erfolgen, wo die Drehschwingungsstärke oder die Stärke des Magnetismus allmählich durch den Wert Null geht.

In den Ringen selbst stofsen entgegengesetzte Drehschwingungen von allen Seiten der Ebene senkrecht zum Draht zusammen, doch besteht kein Gegensatz in Richtung des Drahtes selbst.

Es rollen die Drehschwingungen am Drahte dahin und doch ergiebt sich ein Energieverlust, welcher eine Erwärmung des Stromleiters herbeiführt. Diese Vorgänge sind im folgenden Abschnitt III. 9 einer kurzen Besprechung unterzogen.

### *d.* Über die Gröfse des Gesamtdrucks in den verschiedenen Achsen des Raumes.

In der Physik besteht der Begriff Wellendruck überhaupt meines Wissens noch nicht in dem hier gebrauchten Sinn. Wo man, wie z. B. bei den Wasserwogen, von der Stofskraft der Wellen spricht, meint man damit den Druck, welchen das im Wellenberge vorwärts geschleuderte Wasser auf ein festes Hindernis äufsert. Hier jedoch ist unter dem Wellendruck das arithmetrische Mittel aus dem Druck von Berg und Thal, vermindert um den Betrag des vor Erzeugung der Wellen vorhandenen statischen Drucks verstanden. Dafs ein solcher Überdruck W (Wellendruck) überhaupt im eingeschlossenen Raum durch Wellen hervorgerufen wird, dürfte diesseits zuerst erkannt sein. (Vergl. hier Tafel I., Fig. 4a. u. b. und Abschnitt II. 2. S. 13, II. 4b., S. 23 und e. S. 23, wie im Buch Naturkraft unten auf S. 118.)

Man hatte früher unberücksichtigt gelassen, dafs eine Verschiebung des elastischen Stoffes durch die Schwingung vom Thal zum Berg in letzterem eine stärkere Durchsteigerung veranlafst, als im Thal sich an Druckverminderung errechnet.

Digitized by Google

Hierbei ist zu berücksichtigen, dafs im Wellenberg bei Luftwellen die Temperaturwärme, bei Schallwellen in festen und flüssigen Körpern die latente innere molekulare Bewegung, bei Ätherwellen die der Wärme analoge Ätherkommotion zunimmt.

α. Druck in der Schwingungsachse. Es entsteht der Wellendruck, weil bei forteilenden Wellen nach vorwärts, und bei stehenden Wellen nach vorwärts und rückwärts jeweils in Richtung derjenigen Schwingung, welche bei vorwärts eilenden Wellen in den Wellenbergen und bei stehenden Wellen zur Zeit des mittleren Drucks an den Hängen sich vorfindet, auf die Dauer halber Schwingungszeit ein höherer Druck im Wellenberg sich ergiebt, als zur anderen Zeithälfte im Wellenthal auftritt.

In Richtung der Schwingungsachse bezw. Schwingungsebene ist also der Gesamtdruck gleich dem statischen Druck, vermehrt um den Wellendruck.

β. Druck quer zur Schwingungsachse. Derjenige Stoff, welcher an der Wellenbewegung nicht Anteil nimmt, sondern sich seitlich von den Wellen befindet, erleidet durch die an ihm vorbeistreichenden Schwingungen keinen Druck, ja für ihn ist auch das Mittel aus dem Überdruck im Berg und dem kleineren Unterdruck im Thal nicht positiv, sondern genau oder angenähert Null, weil die Wellenberge der Länge nach kürzer sind als die Thäler und daher während einer kleineren Zeitspanne drückend auf das seitlich belegene Material einwirken. Der Querdruck errechnet sich nun als arithmetisches Mittel der Produkte aus dem grofsen Überdruck des Berges mal der kurzen Zeit und dem kleineren Unterdruck des Thales mal der längeren Zeit seines Bestehens, so dafs als Resultat sich angenähert oder genau Null ergiebt.

In Richtung quer zur Schwingungsachse, bezw. Schwingungsebene ist der Wellendruck genau oder angenähert gleich Null, der Gesamtdruck mithin fast gleich oder genau gleich dem statischen Druck.

Der Druck quer zur Schwingungsachse auf einen relativ parallel zur Schwingungsachse oder Schwingungsebene sich bewegenden Körper ist auch angenähert oder genau gleich dem statischen Druck, da das Verhältnis der Zeitspannen, während jeweils die Berge bezw. die Thäler an ihm vorüberziehen, nur von der Länge der Berge und Thäler ab-

hängt, so dafs die Geschwindigkeit der fortschreitenden Bewegung nicht in Frage kommt.

Auch wenn wir die Zeit unberücksichtigt lassen und nur den Druck des Augenblicks ins Auge fassen, welchen die ganze Welle seitlich äufsert, ist abermals der seitliche Gesamtdruck kleiner als das arithmetische Mittel aus der höchsten Ordinate des Berges und der tiefsten des Thales, da die Berge kurz und die Thäler lang sind, der schwächere Druck des Thales also mit einer gröfseren Längenerstreckung ein Produkt eingeht.

γ. Zentralschwingung. Von einem Zentrum ausgehende Schwingungen erzeugen nach aufsen hin in allen Raumrichtungen Wellendruck, während sich die Querrichtungen, in welchen kleinerer Gesamtdruck, d. h. nur statischer Druck herrscht, zu Kugeloberflächen oder Kreisen um das Zentrum gestalten.

δ. Beispiele für das Wirken der Druckarten. 1. Beispiel: Der Ringstrom. In einem geschlossenen zu einem Ringe gebogenen Rohr herrscht ein gewisser statischer Druck. Es werden nun elastische Wellen in dem Rohr erzeugt, z. B. Schallwellen, welche im Rohr, der Länge nach verlaufend, den Kreis durcheilen. In Richtung der Welle hat sich alsdann ein Wellendruck gebildet, so dafs in Richtung des Kreisumfangs ein Wellendruck auftritt. Quer zum Rohr behalten wir nur den statischen Druck.

In der Elektrizitätslehre nennt man die Differenzen des statischen Ätherdrucks das Potential. Wird also in einem geschlossenen Ringleiter nur in einer Richtung ein elektrischer Wellenstrom erzeugt, dann ändert sich dadurch der statische Ätherdruck im Leiter, d. h. das Potential des Leiters nicht. (Vergl. dagegen Fig. 8 S. 49 und 50.)

2. Beispiel: Krystallisation erfolgt, wenn der äufsere molekulare Druck ausreicht, die Moleküle entgegen der Wirkung des in einem fremden Körper vorhandenen, inneren molekularen Druckes diesem zuzuführen und anzupressen. Der äufsere molekulare Druck ist nun meistens ganz oder im wesentlichen chaotisch oder homogen; der innere molekulare Druck ordnet sich aber nach den Achsen innerer Schwingung. Das Anwachsen der Krystalle mufs also in denjenigen Richtungen erfolgen, in welchen der innere Druck den kleinsten Wert hat, also in Richtungen quer zu den Schwingungsachsen oder Ebenen, weil in jenen Richtungen

der Wellendruck fortfällt; und in diesen Richtungen es also dem äufseren Überdruck besser gelingen wird, die Moleküle aneinander zu drücken.

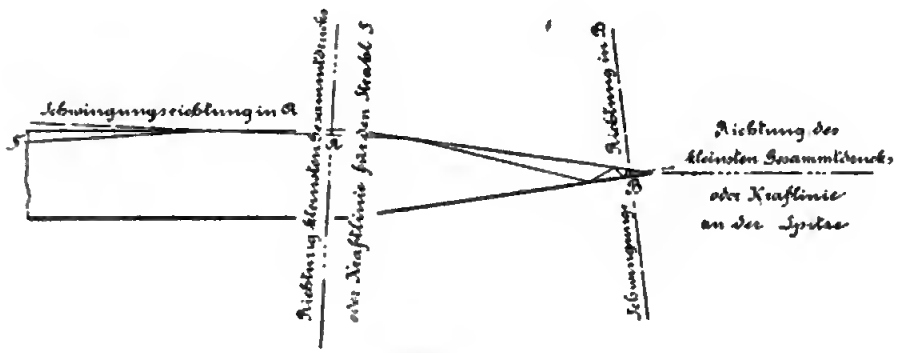



Fig. 7.

An den Kanten und an den Enden schlanker Spitzen (vergl. hier Fig. 7) vermindert sich der Wellendruck in Richtung der Spitze oder Kante, weil in den Ecken und Spitzen die innere stehende Schallwelle und auch die elektrische Welle vielfache Brechung erfährt und dabei sich der Winkel zur Mittellinie der Spitze oder Ecke derart vergröfsert, dafs die Schwingungen zuletzt quer zur Achse der Spitze verlaufen und daher diese also im vorderen Ende senkrecht zur Schwingungsebene steht, also eine Linie kleinsten inneren Gesamtdruckes bildet, in deren Richtung die Moleküle sich bequem aneinander legen, so dafs in dieser Richtung der Krystall besonders leicht wachsen kann.

So ständen wir also hier mit unseren Betrachtungen mitten im Bereich wichtiger mineralogischer Fragen.

3. Beispiel: Sichtbare Kraftlinien kann man bekanntlich durch Eisenfeilspäne hervorrufen, mit welchen man Magnete bestreut. Es ordnen sich dann die Eisenkörner so an, dafs sie in Linien kleinsten Gesamtdrucks sich neben einander lagern und in den Linien oder Flächen gröfseren oder gröfsten Gesamtdrucks einander fliehen.

Die Linien kleinsten Gesamtdrucks, in welchen die Anziehung erfolgt, stehen normal zu den Schwingungsbahnen, es sind eben diejenigen Raumrichtungen, in welchen kein Wellendruck herrscht. (Vergl. Tafel II.) Die Wirkung des Magnetismus ist also denjenigen Einflüssen innigst verwandt, welche eine Krystallbildung herbeiführen, wiewohl es sich einmal um ätherische und bei der

Krystallbildung um molekulare Schwingungen handelt Ein tieferes Eindringen in diese wichtigen Beziehungen läfst sich erreichen, wenn man das Zusammengehörige im Studium nicht trennt, sondern die Experimentalforschung derart in den Dienst theoretischer Forschung stellt, dafs geistig verwandte Dinge von der nämlichen Person behandelt werden, wenn auch zufällig der Stoff berufsfachliche Trennung erfahren hat. Für das Verständnis der Vorgänge ist es auch von besonderer Bedeutung, Gegenstücke mit einander zu vergleichen, oft auch das Gegenteil von dem Gegenstande kurz ins Auge zu fassen, dessen Wesen man eigentlich ergründen möchte. Wofern z. B. der Arzt nicht das die Gesundheit des menschlichen Körpers Fördernde aufser den Krankheitserscheinungen besonders beobachtet und kennen zu lernen sich müht, wird sein Beruf nur halb erfüllt sein. Dasselbe trifft für den Theologen zu, welcher das Wesen der Naturwirkungen in ihren zwingenden Folgen, darin der Ernst des Lebens liegt, nicht geistig erfafst hat, sondern sein Denken ausschliefslich in Richtung der geistigen Freiheit verwendet.

4. Beispiel: Die Erzeugung des Potentialgefälles. Den Magnetismus haben wir auf eine örtlich verschiedene Gröfse des ätherischen Gesamtdrucks zurückgeführt. Unter Elektrizität verstehen wir die in der Richtung ihrer Schwingungen Druck erzeugenden Ätherwellen. Es kommt nun darauf an zu erfahren, unter welchen Umständen die Elektrizität strömt.

Woselbst Wellen von hohem Gesamtdruck auf ein Hindernis stofsen, wirken dieselben abstofsend. Z. B. bilden sich zwischen den gleichnamigen Polen zweier Magnete stehende Ätherwellen von hohem Gesamtdruck aus.

Woselbst Wellen von kleinem Gesamtdruck zwischen zwei Hindernissen als stehende Wellen hervorgerufen sind, liegt Anziehung vor, welche den höchsten Wert erreicht, wenn der Wellendruck Null und der statische Ätherdruck längs der Anziehungslinie thunlichst klein ist.

Das Hindernis, ohne welches der Magnetismus nicht zur Geltung kommen kann, braucht nicht aus Materie, d. h. aus Atomen zu bestehen, sondern kann auch Äther sein; dies jedoch nur in dem besonderen Fall, dafs im Äther ein Potentialgefälle, d. h. eine Differenz im statischen Ätherdruck, in Richtung entgegen der Welle besteht. Wofern ein Potentialgefälle nicht auftritt, eilt die Welle derart geradeaus, dafs sie lange sich ihre

Digitized by Google

lebendige Kraft erhält. Woselbst aber die Welle sich ausbreitet, verwandelt sich ein Teil der Wellenschwingung in statischen Überdruck. (Vergl. II. 3 d. S. 19 u. 20.)

Ein negatives Potential, d. h. ein kleiner statischer Ätherdruck entsteht dort, wo der Wellendruck von einem Punkt, oder einer Fläche aus nach allen oder zwei einander entgegengesetzten Richtungen auseinander strahlt, z. B. im Umkreis eines mit elektrischen Wellen geladenen Körpers, der also Wellen in den Raum nach allen Seiten entsendet. Der Gesamtdruck $A_1 + W_1$ (statischer Ätherdruck und Wellendruck) schiebt den äufseren Ätherdruck zurück und bedingt Ausdehnung des Äthers im Umkreis des Zentrums, wodurch dort der statische Ätherdruck sinkt, so dafs ein negatives Potential entsteht. — Das negative Potential läfst sich auch in einem festen Körper erzeugen und zwar dadurch, dafs nach entgegengesetzten Richtungen desselben, z. B. eines Drahtes, Wellen in die Ferne gesendet werden. Dies erfolgt z. B. bei der Dynamomaschine bei d und $d_1$, so dafs bei B das Potential, d. h. der statische Druck sinkt.

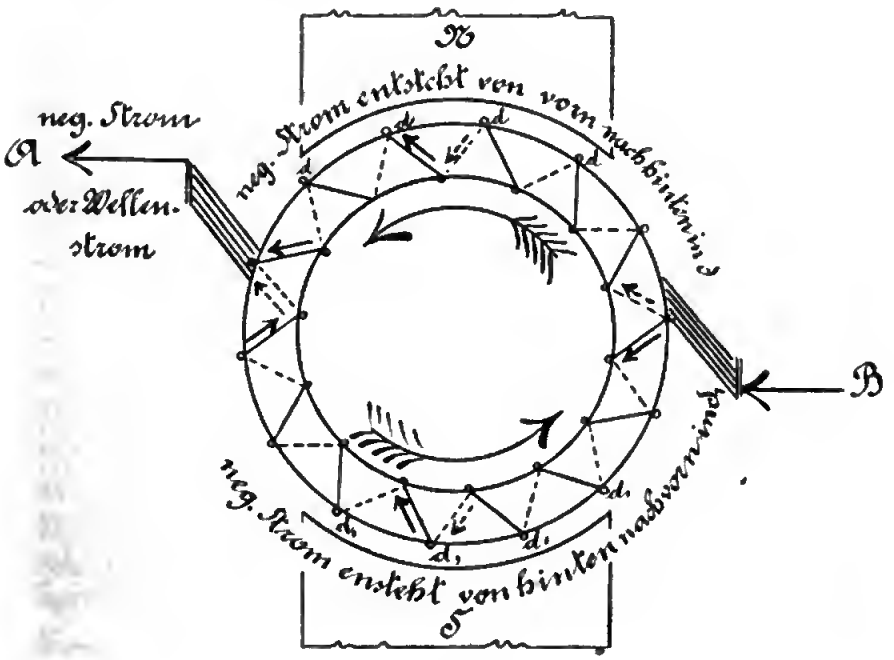



Fig. 8.

Fig. 8 zeigt uns das Bild einer Dynamomaschine. Oben und unten sind Magnete angebracht, deren entgegengesetzte Pole ein-

ander zugekehrt sind, d. h. also, es findet zwischen N und S Drehschwingung statt, welche in gleichem Sinn überall senkrecht zur magnetischen Achse verläuft. Dafs die Pole verschieden benannt werden müssen, kommt nur daher, weil derselbe Drehsinn einmal wie der Zeiger, ein andermal entgegen dem Zeiger der Uhr sich ansieht, je nachdem man die Stirnfläche der Pole einmal von unten nach oben und bei dem unteren Magnete von oben nach unten beschaut, d. h. also, weil man selbst die Richtung des Blickes wechselt; der Drehsinn jener beiden Magnete ist aber ein und derselbe.

Nun eilen die Drahtstücke d, welche hier in Fig. 8 als Punkte erscheinen, oben von rechts nach links und unten von links nach rechts durch den Raum. Es werden also einander entgegengesetzt gerichtete Ströme erzielt, welche nicht den Spiralwindungen in gleichem Sinne folgen, sondern derart verlaufen, dafs die Wellenströme bei A aufeinander zu eilen und hier durch die Bürste entnommen und in die Fernleitung geführt werden können. Während derselbe Wellenstrom, nachdem er die ganze Leitung durchlaufen hat, bei B wieder Eintritt erlangt.

Wellen können nur so lange vorwärts eilen, als dieselben keinen zu grofsen Überdruck zu überwinden haben. Wofern aber eine Welle gegen ein Potentialgefälle sich bewegt, ich meine gegen anwachsenden statischen Druck sich bewegt, schwindet ihre Energie schnell dahin, indem sie hinter sich den statischen Druck vermindert, also die Druckkraft vorwärts verlegt, mithin gegen den statischen Überdruck anarbeitet. Solcherart ist die Arbeit des elektrischen Stromes, wo derselbe Lampen speist, Maschinen treibt oder sich strahlenförmig radial in den freien Ätherraum ausbreitet. In letzterem Fall ist sehr schnell die Grenze erreicht, bei welcher die Wellen nicht mehr sich vorwärts bewegen, weil sie vor sich nach aufsen anwachsenden statischen Ätherdruck herbeigeführt haben, indem sie durch ihre Saugewirkung im Umkreis des Zentrums den statischen Ätherdruck verminderten. Daher strahlt ein elektrischer Strom nur im Moment der Strom- oder Spannungszunahme radial von dem Zentrum der Erregung in den Raum hinaus.

In der Dynamomaschine (vergl. Fig. 8 hier) wird die Spannungsdifferenz oder elektromotorische Kraft nun dadurch erzeugt, dafs die Rollbahnen oder Drehschwingungen des Äthers in Längsrichtung der Drahtstücke d gegen diese treffen. (Vergl. auch

Fig. 1 S. 9.) Es werden immer nur Wellenberge nach Bürste A von beiden Polen aus entsendet, während von B her der statische Ätherdruck abgezogen wird, weil der Anschlag des Äthers oben bei Pol N und unten bei Pol S nur in Richtung nach A hin erfolgt.

Die von A ausgehenden und in den äufseren Stromkreis, die Fernleitung eintretenden Wellen vermögen eine Arbeit zu leisten und Widerstände zu überwinden und trotzdem bei B wieder die rotierende Drahtwindung zu erreichen, weil bei B niedrigerer statischer Ätherdruck herrscht als bei A. (Vergl. auch Tafel I. Fig. 7.)

An den Bürsten A und B ist der ätherische Gesamtdruck nicht gleich, sondern um die Differenz derjenigen Druckkraft verschieden, mit welcher die Ätherteilchen im magnetischen Felde gegen die induzierenden Drahtstücke d schlagen. (Vergl. Fig. 1 S. 9.)

### *e.* Zusammenfassende Beschreibung der auf Tafel II. dargestellten Vorgänge.

Fig. Ia. zeigt einen Ring im Querschnitt gesehen, welcher von einem elektrischen Strom durchflossen ist. Der Strom tritt bei O aus der Bildebene nach vorne hervor und verschwindet in U nach hinten. In Fig. Ib. ist der Ring in der Ansicht skizziert, jedoch nur gestrichelt und schwach schraffiert, weil derselbe hinter der dargestellten Schwingungsfläche $W_2$ sich verbirgt. Fig. Ib. giebt die Ansicht der Schwingungsfläche $W_2$ und eines Teiles der Kraftfläche, oder Fläche gleichen statischen Ätherdrucks $K_3$.

Die kreisenden Pfeile stellen den Drehsinn der Ätherschwingungen dar, wie derselbe sich in den Schwingungsflächen vollzieht, deren Schnitt mit der Bildebene durch voll ausgezogene Linien hervorgehoben ist.

Die Ätherschwingungen gehen von den Punkten der Ringoberfläche aus, verbreiten sich im Raum, nehmen jeweils mit dem Quadrat der Entfernung ab und addieren sich im Raum insofern, als von allen Ringstellen aus die Anregung erfolgt.

Längs offenen Schwingungsflächen ist der Gesamtdruck konstant, in ihnen herrscht nahe den Erregungszentren hoher Wellendruck und niedriger statischer Ätherdruck. Durch die dunklere Schraffur ist der stärkere, durch die hellere Schraffur der niedrigere statische Ätherdruck gekennzeichnet.

Woselbst Schwingungsflächen im freien Raum verlaufen, wie z. B. die Schwingungsfläche, oder hier Ebene $W_0$, herrscht auf derselben ein Gesamtdruck $G = A$, weil an den äufsersten Grenzen derselben, wo kein Wellendruck mehr besteht, d. h. $W_0 = o$ ist, der äufsere Ätherdruck denselben Wert A hat, wie dieser sich im freien Raume, weit ab von den Erregungsoberflächen und auf der magnetischen Açhse vorfindet.

Auf der magnetischen Achse, welche senkrecht zur Ringfläche durch den Mittelpunkt des Ringes verläuft, kommen nur Schwingungen vor, welche senkrecht zu dieser Achse stehen. Derartige Linien heifsen Kraftlinien; längs denselben schwingt der Äther nicht, zeigt daher hier überall gleichen statischen Druck, und zwar beträgt in der magnetischen Achse der statische Druck überall den Wert A, wie dieser sich an den äufsersten Enden der Linie vorfindet.

An den Schnittpunkten der Schwingungsflächen mit der magnetischen Achse herrscht nur in Richtung der Achse der statische Druck A als Gesamtdruck; senkrecht dazu in den Schwingungsebenen besteht der Gesamtdruck $A + W_1$ oder $A + W_2$ etc., darin $W_1$ und $W_2$ etc. den Wellendruck am Ort des Schnittpunktes der bezüglichen Schwingungsflächen mit der Achse darstellen und A wieder statischer Ätherdruck bedeutet. Hierbei ist $W_2$ gröfser $W_1$ und $W_3$ gröfser $W_2$ etc., da die Schwingungen mit Annäherung an den Ring sehr an Stärke zunehmen. Der stärkste Gesamtdruck $A + W_6$ findet sich in der Ebene der Kreisfläche zwischen dem Ring.

Auf das Ringmaterial wirken also von innen nach aufsen gröfsere Beträge des Gesamtdruckes, als von aufsen nach innen. Zwischen $W_6$ und $W_0$ beträgt die Differenz das Mafs $W_6$. Diesem inneren Überdruck folgend, stofsen die einander gegenüber liegenden Ringelemente sich gegenseitig ab. So entsteht die magnetische Abstofsung entgegengesetzt gerichteter Ströme.

In Fig. IIa. und b. ist die magnetische Anziehung skizziert. Zwei Ringe sind von Strömen gleicher Richtung durchflossen. Hier tritt aufser der magnetischen Achse noch als besonders beachtenswerter Teil die Ebene AB hinzu, welche zwischen den Ringen liegt und ihnen parallel verläuft. Die in dieser Ebene sich vollziehenden Schwingungen sind in Fig. IIb. dargestellt. In der Kreislinie XX herrscht keine Schwingung nach irgend

einer Raumrichtung hin. Diese Linie bildet zugleich die Grenzscheide entgegengesetzser Drehschwingung, d. h. entgegengesetzter Magnetisierung.

In der durch X verlaufenden Schwingungsebene herrscht am Ortc X ein statischer Ätherunterdruck und ein Wellendruck Null, so dafs der Gesamtdruck hier längs der durch X verlaufenden Schwingungsebene, welche die einander gerade gegenüber liegenden Ringelemente untereinander verbindet, klein ausfällt. Da nun an den entgegengesetzten, dem freien Raum zugekehrten Seiten ein höhercr Gesamtdruck herrscht, ist Anziehung der beiden Ringe die notwendige Folge.

### *f.* Magnete.

Die Drehschwingungen übertragen sich auf alle Materialien, welche in das magnetische Feld gebracht werden. Von der Leitungsfähigkeit der Stoffe für statischen und dynamischen Druck hängt das Verhalten derselben in diesem Felde ab, darüber diesseits keine Betrachtungen angestellt sind.

Es kann nur darauf verwiesen werden, dafs in geschlossenen Magneten, z. B. Hufeisenmagneten, die magnetische Achse nicht in den freien Raum hinaus verläuft, sondern eine geschlossene Kurve giebt, längs welcher sehr wohl kleinerer statischer Druck sich einstellen kann, als aufsen im freien Raum besteht, so dafs dadurch die Verhältnisse zu Gunsten der Anziehungskräfte verändert werden.

### *g.* Induktion durch Magnete.

Die Induktion elektrischer Ströme im magnetischen Felde durch die relative Bewegnng von Stromleitern zum Magneten erfolgt nicht durch den Magnetismus als eine Anziehung oder Abstofsung veranlassende Gruppierung der ätherischen Bewegung, sondern durch das Treffen jener Drehschwingungen, welche zugleich auch den Magnetismus im Gefolge habcn. Woselbst die stärkste Drehschwingung obwaltet, da läfst sich auch die Induktionswirkung am erfolgreichstcn wahrnehmen, wofern nur beachtet wird, dafs der Leiter in der Schwingungsebene sich verschieben mufs, um durch die Bahn der Drehschwingungen einseitig getroffen zu werden. Dafs bei der Verschiebung des Drahtes in der Schwingungsebene Kraftlinicn geschnitten werden, ist selbstverständlich, da diese normal zur Schwingungsebene stehen.

Bei Betrachtung der Lage und des Drehsinns in den Schwingungsebenen ergiebt sich die Vorstellung über die Art der Induktion sehr schnell und klar.

## 9. Erwärmung der Stromleiter.

Aufserhalb des Stromleiters ist die Geschwindigkeit der ätherischen Welle kleiner als im Stromleiter, wodurch Energieverluste entstehen müssen. Das Drahtmaterial ist in den Wellenbergen zusammengepreſst, so daſs es seitlich ausbaucht. Wenn nun diese Oberflächenwellen (vergleiche Fig. 1 S. 9) mit den Wellen des freien Äthers nicht genau harmonieren, dann sind doch Unregelmäſsigkeiten und Stoſswirkungen die unbedingte Folge. Es läſst sich der Vorgang etwa wie nachstehend erklären. Die Ätherwelle bleibt aufserhalb des Drahtes immer etwas hinter der im Draht verlaufenden Stromwelle zurück, so daſs aufsen der Ätherüberdruck am gröſsten sein wird, wenn das Drahtmaterial sich schon zusammenzieht, so daſs eine Begünstigung dieser Bewegung in Richtung senkrecht zum Leiter besteht, welche von aufsen nach innen im Sinne der Bewegung des Augenblicks wirkt und Arbeit quer zur Stromrichtung leistet. Bei beginnender Ausdehnung des Drahtmateriales wird aufsen der Ätherdruck nicht schon den kleinsten Wert gehabt haben, sondern diesen erst jetzt infolge des verspäteten Eintretens der äuſseren Ätherwelle aufweisen, so daſs ein seitliches Ausweichen des Drahtmaterials in äuſseren Ätherunterdruck statthat und dieses sich soweit unter Beschleunigung vollzieht. Die transversal- oder quer zur Stromrichtung erfolgenden Materialbewegungen sind mithin andauernd einer Beschleunigung, sowohl bei der auswärts als bei der einwärts gekehrten Schwingung ausgesetzt, d. h. das Material gewinnt fortlaufend durch den Strom an innerer Energie oder Wärme.

Es verbleibt zu untersuchen, warum die Drehschwingungen in harten Stahlmagneten sich erhalten können. Dies ist eine Materialfrage und läſst sich als solche nur in Anlehnung an die Experimentalforschung beantworten.

## 10. Licht- und Wärmestrahlen.

Im Abschnitt II. 3 d. S. 18 und im Buch Naturkraft S. 134 und 138, wie in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleiſses Jahrgang 1890, Heft 5, S. 237—241, ist dargethan,

dafs Schwingungsenergie, welche sich von einem Centrum aus homogen ausbreitet, den äufseren statischen Druck vor sich herschiebt, innen saugend wirkt und nur im Augenblick der Erregung oder Kraftzunahme am Zentrum bezw. nur so lange, bis Gleichgewicht zwischen dem inneren und äufseren Gesamtdruck hergestellt ist, Wellen in die Ferne entsendet. Später tritt Gleichgewicht in Richtung der radialen Strahlen ein, so dafs stehende Wellen auftreten. Ja, wenn am Zentrum die Erregung schwindet und abgeleitet wird, dann sinkt am Zentrum der Wellendruck und mithin eilen die Wellen jetzt von aufsen nach innen, also rückwärts auf das Zentrum zu. Von dieser Art sind die sich ausbreitenden elektrischen Wellen; die Induktion und die Isolation belehren uns über diese Schwingungsvorgänge.

Wie anders sind die Lichtwellen und Wärmewellen, die kehren nicht um, wie die sich ausbreitenden elektrischen Wellen solches thun, wofern am Ausgangspunkt der Wellen die Quelle der Wellenerregung versiegt, sondern sie dringen unaufhaltsam in den Raum hinein. Sie gleichen fast einzelnen elektrischen Strömen, welchen nur der Drahtleiter fehlt, deren Achse aber von Drehschwingungen umstellt ist.

Man vergleiche in Tafel II. Fig. IIa. die eigentümliche Form der Kraftlinien mit den Grenzlinien wechselnder optischer Wirkungen, wie diese an den Dünnschliffen der Krystalle zu beobachten sind. Auf diese Ähnlichkeit der Interferenzfiguren mit dem Verlauf der Kraftlinien machte mich der Mineraloge und Geologe Herr Professor Dr. Kloos hier aufmerksam.

Es sei nochmals hervorgehoben, dafs die Ausbreitung der Wellen über gröfsere Kugelschalen einer erfolgreichen Fernleitung der Energie sehr hinderlich ist. An den allzugrofsen Massen des in Mitleidenschaft gezogenen Raumes reflektiert die Welle allmählich und verläuft sich somit schnell. Die Fernleitung der Energie vollzieht sich am bequemsten auf linearer Bahn. Nur unter ganz besonderen Umständen wird die Ausbreitung der Wellen einer Energieübertragung nicht nachteilig sein. Auch ist zu beachten, dafs sich die Energie für ihre Fortleitung bewegten Materials bedient, also dieses längs der Bahn in hinreichender Menge vorhanden sein mufs.

## IV. Chemische Vereinigung.

(Tafel III.)

In dem Buch die Naturkraft sind auf S. 47 und S. 60—67 die bei der Kondensation erfolgenden Arbeitsvorgänge besprochen und daraus der molekulare Druck der Flüssigkeiten abgeleitet. Weiter wurde daselbst auf S. 49 die chemische Vereinigung und zwar die warme Verbrennung und auf S. 100 die kalte chemische oder galvanische Vereinigung behandelt, bei welcher die chemische Energie sich nicht in Wärme, d. h. materielle oder äufsere Atomenergie verwandelt, sondern in eine innere Atombewegung, d. h. in eine ätherische Energie umformt. Es sind nun inzwischen diese Gegensätze auf Tafel III. zur Darstellung gelangt.

Die Schwierigkeit einer Vereinigung materiellen Stoffes beruht in dem Rückprall, welcher nach oder bei einer einmaligen Begegnung statthat. Der Rückprall ist die notwendige Folge der mit Geschwindigkeit sich vollziehenden Begegnung. Die Atome A und B (Tafel III.) müssen, wofern sie sich überhaupt erreichen sollen, zunächst eine auf den gleichen Punkt, also relativ voneinander verschiedene Anfangsgeschwindigkeiten besitzen, welche durch die Wirkung der chemischen Anziehungskräfte vermehrt wird. In dem Moment des Zusammenstofses durchdringen die beiden Bewegungsrichtungen sich gegenseitig, so dafs innere Schwingungen oder Spannungen im Material entstehen, welche nach Ausdehnung trachten und den elastischen Rückprall herbeiführen. Die inneren Erzitterungen oder Spannungen machen das Wesen der elastischen Kraft aus. Gelingt es, diese Spannungen in die Ferne zu leiten, bevor die Atome sich wieder voneinander getrennt haben, dann ist zwischen den Atomen die Spannung verschwunden und der Rückprall fällt fort. Es verbleibt das Atom mit dem Nachbar unter dem Einflufs der Anziehungskraft chemischer Verwandtschaft verbunden; beide bilden fortan ge-

meinsam ein Molekül (A B), in welchem die Atome A und B nur einen kleinen Rest relativer Eigenbewegung besitzen.

Der Zweck der Tafel III. besteht nun darin, hervorzuheben, dafs stets die Ableitung einer Erregung auf zwei verschiedene Weisen erfolgen kann; einmal, indem sowohl die Hin- und Herschwingungen beide auf den Ableiter C übergehen, und zweitens, indem nur die Bewegungen her auf den Fremdling C abgeleitet werden, die Bewegungen hin aber in A und B verbleiben.

1. Der erstere Fall, d. h. die Übertragung der ganzen Schwingungen auf C, kann nur eintreten, wenn zwischen A und C Zugkräfte möglich sind, d. h. wenn z. B. A und C einen festen Körper bilden, welcher die ätherischen Spannungen im elektrischen Strom fortleitet und nicht wieder von dieser Seite her zurückführt, sondern unendlich lang ist oder einen Kreisleiter bildet, so dafs die zweite Begegnung der Wellen nach passieren des ganzen Kreises von der anderen Seite her erfolgt und unschädlich bleibt. Dies sind die galvanischen Vorgänge, sie finden sich auf der linken Seite der Tafel III. in den Fig. 1 bis 4 dargestellt.

2. Wofern der Fremdling C weder mit A noch mit B durch Zugspannungen vereinigt ist, vermag derselbe auch nicht die von C fort in die Ferne weisenden Schwingungsrichtungen in sich aufzunehmen und zur Ableitung zu bringen. In diesem Fall nimmt C nur die gegen ihn gekehrten Stöfse der inneren Erregung von A und B auf. Alsdann prallt C selbstverständlich heftig zurück, da in diesen Körper C nur die gegen ihn gerichtete Bewegungsgröfse übergetreten ist und die andere Bewegungsgröfse in A und B gemeinsam verbleibt. A und B sind nun auch zu einem Molekül verbunden, denn ihre relativ gegeneinander gerichtete Erregung ist fast ganz verschwunden, sie ist in Molekülbewegung C und Molekülbewegung (A B) verwandelt, d. h. C und Molekül (A B) verlassen den Ort des Zusammenstofses mit grofser Geschwindigkeit, d. h. mit grofser Wärme in einander entgegengesetzten Richtungen.

Es ist noch hervorzuheben, dafs C ein gewisses Mafs von heftiger Geschwindigkeit oder starkem Druck besitzen mufs, um überhaupt als Ableiter zu dienen. Sind A und B Gasatome, dann vermag C die Ableitung der inneren Erregung von A und B nur bei sehr grofser Eigengeschwindigkeit, d. h. bei höherer Temperatur zu übernehmen, andernfalls sind A und B schon

wieder getrennt, bevor C dieselben erreicht. Die Heftigkeit der Bewegung von C bildet den zündenden Funken.

Wofern A und B Atome eines festen Körpers sind, genügt ein kurzer heftiger Schlag, um die im Zusammenprall von A und B entstehende Erregung auf C abzuleiten. Der Zündbolzen wirkt in solcher Weise auf Knallquecksilber ein, und eine heftige Erschütterung auf Dynamit. Die Entzündung erfolgt zumal dann leicht, wenn letzteres kalt und gefroren ist, so dafs die Atome A und B längere Zeit in gegenseitigem Zusammenstofs verharren und weiter auch Druckkräfte auf C zu übertragen vermögen, (Vergl. »Naturkraft« S. 49—51.)

Die bei der also erfolgenden warmen chemischen Vereinigung oder Verbrennung statthabenden Vorgänge sind auf der rechten Seite der Tafel III. dargestellt.

Aus den hohen Wärmegraden oder Geschwindigkeiten, mit welchen Molekül C und Molekül (A B) nach der Verbrennung begabt sind, ergiebt sich unmittelbar der hohe Druck explodierender Stoffe. Die darin enthaltene materielle Energie ist durch die Arbeit der chemischen Anziehungskräfte von A und B geschaffen, trat zunächst als ätherische oder innere Erregung von A und B auf und ist durch das Hinzutreten von C in materielle oder molekulare Bewegung überführt worden.

# V. Schlufs.

Die angebahnten Untersuchungen sind diesseits noch nicht auf relative Eigenschaften der Materialien ausgedehnt worden, sondern behandelten vorwiegend die Naturgesetze allgemeinster Art, von welchen sich manche auch auf geistige Kraft übertragen lassen, da die Bewegung des Stoffes nach Gröfse und Richtung dem Wollen entspricht. Auch auf geistigem Gebiet bedarf es der Anregung, des Beispieles, der Ableitung von Erregung zwecks Erzielung einer Vereinigung, der ziehenden und drückenden Kräfte, der Spannungen, der Energie, der Reklame, einer Kreuzung der Gegensätze etc. Auch die Entwickelung der geistigen Welt unterliegt schwerwiegenden Naturgesetzen, welche dort den Kulturfortschritt mächtig hemmen, wo der Mensch von seiner geistigen Beweglichkeit und Elastizität keinen freien Gebrauch zu machen versteht oder zu machen versucht.

Es bedarf die ganze Physik und theoretische Chemie in dem Sinn einer Neubearbeitung, als in der heute gebräuchlichen Darstellungsweise die wichtigen philosophischen Naturerkenntnisse, wie dieselbe durch die zwischen Kraft, Energie und Arbeit, zwischen materiellem Druck und ätherischem, chaotischem oder statischem Druck, wie durch den dynamischen oder den Wellendruck gegeben sind, noch nicht hinreichend zur Verwertung gelangen konnten. Dieser jetzt zu Tage tretende Mangel macht sich auch bei vielen naturwissenschaftlichen Arbeiten geltend, welche praktische Bewegungsprobleme behandeln. Es wird zu oft vergessen, dafs erst eine genaue Vorstellung der wahren Vorgänge erstrebt werden mufs, bevor die Rechnung einzusetzen vermag und dafs eine Energieübertragung sich nur nach der Arbeitsleistung einer Kraft richtet.

Auf dem theoretischen Gebiet sind Erkenntnisse über die Bedeutung hoher oder schwacher Ätherkommotion anzustreben. Wir wissen, dafs Dampf kondensiert, wenn er mit kaltem Wasser

in Berührung kommt, mithin wird vielleicht auch Äther kondensieren, wenn er mit Körpern von hinreichend niedriger Ätherkommotion zusammentrifft.

Die Experimentalforschung ist, vom Standpunkte der Bewegungslehre aus beleuchtet, neu aufzunehmen. Es würde mir eine Freude sein, an derartigen Bestrebungen einigen Anteil zu haben und könnte ich vielleicht auch mit Rat dienen. Meine im engeren Beruf an mich herantretenden Verpflichtungen gestatten mir aber nicht, der Experimentalforschung selbständig zu dienen.

Vorträge über Bewegungslehre habe ich im Wintersemester 1891 92 an der technischen Hochschule zu Braunschweig begonnen.

**Holzmodelle,** welche die Schwingungsebenen und Kraftlinien wie den Drehsinn der Schwingungen im Umkreis der Magnete durch Gestalt und Bemalung zeigen und den Unterrichtszwecken dienen, fertigt unter meiner Aufsicht der Mechaniker der technischen Hochschule zu Braunschweig Herr O. Günther für seine Rechnung an, so dafs dieselben von ihm zu beziehen sind.

Eine Prüfung der theoretischen Ableitungen wurde Mai 1892 im elektrotechnischen Laboratorium der Hochschule zu Braunschweig vorgenommen. Die mittels Eisenfeilspähnen an Stromkreisen sichtbar hergestellten Kraftlinien entsprachen genau den konstruierten Kurven der Tafel II.

# VI. Vorstudien.

Auf die mitgeteilten Erkenntnisse bin ich anfangs langsam und zuletzt ziemlich schnell durch verschiedene Arbeiten geleitet worden, welche sich sämtlich auf Kraftwirkungen oder Bewegungserscheinungen beziehen.

Den Witterungsbeobachtungen, Temperaturbeobachtungen, Ausstrahlungserscheinungen, dem Gefrieren unterkühlten Wassers habe ich im 14. bis 18. Lebensjahre mein Interesse zugewendet. Die erste Arbeit über Wellen schrieb ich im ersten Studienjahre zu Berlin; dieselbe sollte Gesichtspunkte dafür bieten, wie fernwirkende Anziehungskräfte auf Wellen im umgebenden Stoff zurückzuführen seien. Dieses Schriftstück, welches ich der Sternwarte in Berlin Sommer 1875 einreichte, enthielt keine Erklärungen, sondern zeigte nur die Schwierigkeiten, mit welchen bei der Behandlung des Gegenstandes zu kämpfen ist.

Nachdem ich im zweiten Studienjahre die Mechanik und Dynamik und den Maschinenbau studiert und auch die höhere Mathematik zum Abschlufs gebracht hatte, unternahm ich es in den Ferien, als Übungsaufgabe das Wesen der Wasserwellen zu behandeln. Natürlich benutzte ich dazu keine Bücher, sonst hätte ja die Sache den Nutzen verfehlt, ein selbständiges Finden der Rechnungsansätze zu üben. Hernach freute es mich zu sehen, dafs die Resultate mit der Gerstnerschen Theorie der Wasserwelle fast genau übereinstimmten, erkannte aber auch zugleich, dafs damit das Wesen der Wellen durchaus nicht erschöpfend behandelt sei. Nun entstand eine Abhandlung über die fortschreitende Bewegung von Wellengruppen, Wellenringen, Dampferwellen usw., welche leider nicht veröffentlicht wurde, weil der verstorbene Herr Professor von Quintus Icilius in Hannover derzeit meinte, man habe über Wellen schon genug geschrieben. Neun Monate später gab »Der Naturforscher«, Wochenblatt zur Verbreitung der Fortschritte in den Naturwissenschaften Nr. 45,

Jahrgang 1877, denselben Stoff als Abdruck aus »The nature« wieder. Herr Professor Osborne Reynold in Manchester hatte sich zufälligerweise auch damit beschäftigt und einen Vortrag über »Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Wellengruppen« gehalten. Mein Manufkript habe ich aufgehoben, es enthält dieselben Beispiele, wie jener Vortrag brachte.

Eine weitere Abhandlung: »Über die Fortpflanzung verschiedener Kräfte« blieb auch unveröffentlicht, desgl. eine Arbeit über den hydraulischen Stofs in Röhren, eine Arbeit über Saugewirkungen und über Ströme im galvanischen Element, soweit diese einander aufheben. Die letztere kleine Arbeit entstand infolge des Besuches von Vorlesungen über Telegraphenwesen.

In Kiel, bei den Bauten der kaiserlichen Werft beschäftigt, untersuchte ich gelegentlich die Krystallbildung des Eises in Wasser von verschiedenem Salzgehalt und stellte im Sommer Betrachtungen über die Steuerung von Schiffen an.

In Flensburg diente ich als Einjähriger. Auf der Wache, welche ich zum erstenmal als Unteroffizierdienst thuender Gefreiter bezog, gebrauchte ich etwas Lektüre. Mein Freund und früherer Lehrer der Mathematik Herr Professor Metger sandte mir »Reyes Wirbelstürme«, welches Buch ich in jener Nacht durchlas. Am folgenden Tag kaufte ich mir ein Barometer, so hatte mich die Darstellung interessiert, stellte nun Beobachtungen an und schrieb dann einige Monate später die erste Veröffentlichung, die von mir erfolgt ist:

1) Beiträge zur Kenntnis der atmosphärischen Wirbel und ihre Beziehung zur Cirruswolke, mit einer Tafel. — Zeitschrift der österreichischen meteorologischen Gesellschaft, Jahrgang 1881, S. 241, Wien.*)

Während meiner Thätigkeit am Bau der Berliner Stadteisenbahn studierte ich die Ablenkung der Luft durch die Erdrotation und trat als Mitglied in die österreichische Gesellschaft für Meteorologie ein. Durch Unterhaltung und Meinungsaustausch mit den Herren Professor Dr. Köppen und Dr. Sprung von der deutschen Seewarte wurde ich weiter mit dem Wesen der Meteorologie vertraut. Mein Augenmerk richtete ich zumal auf die Beob-

*) Jene Arbeit wurde reproduziert in den »Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie«, Heft XII, 1881, Berlin.

achtung der oberen Wolken. — Es entstanden dann folgende Abhandlungen:

[2]) »Beziehungen zwischen dem Ober- und Unterwinde einer Depression und den aus diesen resultierenden Wolkenformen.« Mit einer Tafel. — Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie, Heft IV, Jahrgang 1882, Berlin.

[3]) »Beitrag zur Erklärung der täglichen Periode des Barometerganges.« — Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie, Jahrgang 1883, S. 228, Wien.

Den Vorstudien zum zweiten Staatsexamen obliegend, und durch eine flufsbauliche Examenaufgabe angeregt, beschäftigte ich mich dann einige Monate mit der Wasserbewegung in Flüssen; auch wurde mir solches derzeit von anderer Seite empfohlen. Nach Ausführung einiger Beobachtungen, welche ich gelegentlich meiner Studienreisen am Rhein, an der Ruhr, der Weser und Oder angestellt hatte, entstand die Abhandlung:

[4]) »Studien über die Bewegung des Wassers in Flüssen mit Bezugnahme auf die Ausbildung des Flufsprofils.« — Zeitschrift für Bauwesen, S. 193, Jahrgang 1883, Berlin.

Durch diese Arbeit wurde ich mit dem Wesen transversaler Kraftübertragung vertraut, d. h. einer quer zur Kraftrichtung verlaufenden Übertragung der Bewegungsgröfse durch Räder und Drehmomente bei festen Körpern, durch Wirbel und Drehschwingungen bei flüssigen und luftförmigen Körpern. Damit war das Wesen der Induktion schon berührt, aber noch nicht von mir die Verwandtschaft dieser Dinge mit den elektrischen Vorgängen erkannt; letzteres erfolgte erst sechs Jahre später, als ich den gleichen Gegenstand noch einmal und zwar vollständiger bearbeitete.

In der benannten Abhandlung ist die Entstehung des Stromstriches in Flüssen dargethan. Die dabei abgeleitete Drehung der Wasserfäden wurde von F. P. Stearns Juni 1883 zu St. Paul in Minn. dadurch ersichtlich gemacht, dafs Sägespäne in einen Kanal geschüttet wurden und also die spiralförmige Drehung der Wasserfäden beobachtet werden konnte. Vergl. American Society of civil engineers Transactions, CCLXI, vol. XII, Aug. 1883:

»On the current-meter, together with a reason why the maximum velocity of water flowing in open channels is below the surface.«

Herr Professor Dr. Köppen, welcher von beiden Arbeiten Kenntnis genommen hatte und durch Beobachtung gewisser Wolkenbildungen in den Gebirgsthälern der Krim auf die Vermutung gekommen war, dafs auch in den Luftströmungen derartige drehende Bewegungen der Stromfäden vorkommen möchten, veranlafste eine Besprechung dieser Erscheinungen in der Meteorologischen Zeitschrift.

5) »Über die transversale Bewegung des Wassers in Flüssen.« — Meteorologische Zeitschrift, S. 173, Jahrg. 1886, Berlin.

6) »Beitrag zur Frage der Bewegungsursachen der Depressionen.« — Zeitschrift der österr. Gesellsch. f. Meteorologie, S. 274, Jahrg. 1884, Wien.

7) »Über Windrichtungen, welche vom Buys-Ballotschen Gesetz abweichen.« — Zeitschrift der österr. Gesellsch. f. Meteorologie, S. 80, Jahrg. 1884, Wien.

8) »Untersuchung über die Lufttemperatur und Luftbewegung in einer Böe.« — Meteorolog. Zeitschrift, S. 230—243, Jahrg. 1884, Berlin.

9) »Die Luftbewegung in der Atmosphäre und deren Einflufs auf die Witterungs-Gestaltung.« — Deutsche Bauzeitung, Nr. 79, 81, 84, 89 u. 99, Jahrg. 1885, Berlin.

10) »Wettervorherbestimmung u. s. w.« — Das Schiff, S. 81, 201, 209, 249, 265, 297 u. 305, Jahrg. 1887, Dresden.

11) »Über Verluste an äufserer Energie bei der Bewegung der Luft.« — Meteorolog. Zeitschr., S. 318, Jahrg. 1887, Berlin.

12) »Wetter-Berater.« Anleitung zum Verständnis und zur Vorherbestimmung der Witterung. Mit 2 Tafeln. — Preis ℳ 1,20. Verlag von L. Friederichsen & Co., Hamburg 1886. — Desgleichen Wetter-Kompass, Preis ℳ 3. — Vertrieb von Fr. Rehbock in Hannover, Schmiedestr. 2.

13) »Der Kreislauf der atmosphärischen Luft zwischen hohen und niederen Breiten, die Druckverteilung und mittlere Windrichtung.« — Archiv der deutschen Seewarte, Nr. 3, Jahrg. 1887, Hamburg; erschienen 1888.

14) »Über Rauhreif und Glatteis.« — Naturwissenschaftliche Wochenschrift S. 44, Jahrg. 1890.

15) »Umbildung von Ballenwolken in Cirruswolken.« — Mit 2 Tafeln. — Meteorol. Zeitschrift, Juni 1890.

16) »Aus dem Reiche der Atmosphäre.« — Deutsche Revue, Juli 1890.

17) Gleichungen über Bewegung der Luft. Ablenkung vom gröfsten Kreise, vom Breitenkreise, Trägheitsbahn, Reibung, Bewegung bei geraden Isobaren, bei gekrümmten Isobaren, d. h. Wirbeln oder Depressionen, bei fortschreitender Depression unter Bezugnahme auf die Wolkenbildung und Verteilung der Windstärke. Das Gesetz der Flächen, Gröfsenverhältnisse der Rotationsmomente bei Windstille und bei vorherrschenden Winden.

Die Flächen gleicher Rotationsmomente $\Omega$ nach von Helmholtz, Flächen gleicher Grundtemperatur $\delta$ nach v. H. — Anwendung des Obigen auf verschiedene Lagen der $\Omega$- und $\delta$-Flächen bei Ost- und Westwind.

Das Ganze ist durch Autographie vervielfältigt und etwa 30 Herren überreicht; letzteres in der Meteorolog. Zeitschrift, Jahrg. 1890, S. 418—421 veröffentlicht:

»Verhältnis der Luftbewegung zur Verteilung der Rotationsmomente und der potentiellen Temperatur in der Atmosphäre.«

18) »Das allgemeine Windsystem der Erde und der Krakatau-Ausbruch.« — Meteorolog. Zeitschr., 1890, S. 265—268.

19) »Die Anwendung des Gesetzes der Flächen auf atmosphärische Strömungen.« — Meteorolog. Zeitschr., 1890, S. 411—418.

20) »Über die Auslösung atmosphärischer Kräfte und die Entstehung von Depressionen.« — Meteorolog. Zeitschr., 1891, S. 72—74.

In obigen Arbeiten wird dargethan, dafs Gesetze, wie dasjenige über Erhaltung des Rotationsmomentes und die Erhaltung der Energie etc., nur mit Vorsicht dort anzuwenden sind, wo es sich darum handelt zu bestimmen, in welcher Weise die örtliche Verteilung der Energie Änderungen unterliegt; ob z. B. die Energie auf andere Massen übertritt oder am Orte verharrt etc. Die örtliche Übertragung von Energie erfolgt nur in dem Umfange, wie Kräfte Arbeit verrichten. Es ist mithin in allen Fällen erst der wahre Kraftwert zu bestimmen und dann dessen Arbeitsleistung zu berechnen, bevor über die Ortsveränderungen der Energie eine Angabe erfolgen kann.

Letzteres ist bisweilen versäumt worden, z. B. bei Abhandlungen über die allgemeine Luftzirkulation zwischen Äquator und Pol, wie bei der Bestimmung der Energieausbreitung in Kugelwellen, so dafs aus dieser Unterlassung Mängel der Anschauung erwuchsen, welche ein tieferes Eindringen in das Wesen des Potentials der Elektrizität bis dahin verhinderten. (Vergl. hier II., 3 d., S. 19.)

21) »Wetter-Vorausbestimmungen.« — Hülfswissenschaften zur Baukunde, 1885, Abt. I, Bd. 1, S. 1149—1170.

**Festigkeitslehre betreffend.**

Bei den Zollanschlufsbauten in Hamburg 1883 bis 1888 beschäftigt, wurde ich veranlafst, das Verhalten eiserner Stützen bei Bränden in Erwägung zu ziehen.

22) »Zur Frage des Verhaltens gufseiserner und schmiedeiserner Stützen bei Feuersbrünsten.« — Deutsche Bauzeitung, S. 314 und S. 326, Jahrg. 1886, Berlin.

23) »Über das Verhalten gufseiserner und schmiedeiserner Säulen im Feuer und bei rascher Abkühlung.« — Deutsche Bauzeitung, S. 498, Jahrg. 1886, Berlin.

24) »Über das Verhalten gufseiserner und schmiedeiserner Säulen im Feuer.« — Zentralblatt der Bauverwaltung, S. 162, Jahrg. 1886, Berlin.

25) »Zur Ableitung von Formeln für Knickfestigkeit.« — Wochenblatt für Baukunde, S. 460, Jahrg. 1886, Frankfurt a. M.

26) »Verhalten einiger Materialien im Feuer.« — Deutsche Bauzeitung, S. 280, Jahrg. 1887, Berlin.

27) »Probe-Belastung genieteter Träger bis zum erfolgenden Bruch.« — Deutsche Bauzeitung, S. 375, Jahrg. 1886, Berlin.

28) »Über die Widerstandsfähigkeit auf Druck beanspruchter eiserner Baukonstruktionsteile bei erhöhter Temperatur von M. M. und R. Lühmann.« Preisarbeit. Mit 35 Figuren und 5 Tafeln. — Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleifses, 1887, S. 573 bis 636 und S. 701 bis 798, wie Tafel VIII bis XII.

29) »Zum Speicherbrand in Hamburg.« — Nr. 52 der Deutschen Bauzeitung, Jahrg. 1891.

30) »Über die Bedeutung empirischer Forschung im Bauwesen.« — Deutsche Bauzeitung, Jahrg. 1891, S. 564.

[31]) Graphische Konstruktion der Spannungen eines elastischen Bogenträgers mit zwei gekrümmten Obergurten und einem gekrümmten Untergurt. — Brooksbrücke in Hamburg. — In den Akten der I. Ingenieurabteilung und eine Abschrift der Beschreibung nebst Kopie der Zeichnungen in meinem Besitz. — Nicht veröffentlicht.

Zu jener Zeit hatte ich mich mit recht viel Mühe in die für Feuersicherheit von Speicherbauten zu beachtenden Gesichtspunkte hineingearbeitet, und empfand damals den Wunsch, nun auch mein Wissen in dieser Richtung praktisch zu erweitern und zu verwerten. Ich weifs bestimmt, dafs ich dann als Bauingenieur Besseres hätte leisten können, als durch die ausschliefsliche konstruktive und bauleitende Thätigkeit, wie der Beamte dieselbe gewöhnlich ausführt, und die dem Ingenieur nur sehr selten gestattet, seine persönlichen Kenntnisse in einer individuellen Richtung zu entwickeln und zu verwerten. — Ganz läfst sich dieser Übelstand überhaupt nicht vermeiden, doch giebt es Mittel und Wege den Fehler zu mildern und zu verhindern, dafs die bautechnische Forschung aus Mangel an individueller Entwickelung der Beamten verflacht. In Nr. 52 und auf S. 564 der Deutschen Bauzeitung, Jahrg. 1891, habe ich mich über diese Dinge ausgesprochen.

### Arbeiten über Wasserbewegung und Flufsbau, wie Kraft, Reibung, Induktion, Potential, Elektrizität und Magnetismus.

Mein Weg führte mich nun nach Karlsruhe in Baden, wo ich eine Professur für Wasserbau übernahm und, um mit der Praxis in Berührung zu bleiben, als erster Hülfsarbeiter an der Oberdirektion für Wasser- und Strafsenbau in Stellung trat. An diese Vereinigung knüpfte ich grofse Erwartungen, hoffte nun so recht Gelegenheit zu finden, theoretische Kenntnisse in der Praxis zu verwerten und selbst empirische Kenntnisse zu sammeln. Aber auch hier zeigte sich, wie aufserordentlich schwierig es ist, der Praxis durch theoretische Kenntnisse zu dienen. Es wird nicht beachtet, dafs die Theorie nur Beziehungen logischer Art giebt, welche in der Luft schweben, wenn die praktischen Anhaltspunkte fehlen. Aus letzterem Umstande ergeben sich für den Theoretiker, sofern er sein Wissen oder Können überhaupt verwerten will, gewisse Bedürfnisse; es ist nicht Anmafsung, wenn derselbe nun sagt, ich mufs jetzt dies oder jenes unternehmen, um meine prak-

tischen Vorstellungen zu erweitern und um zu vergleichen, ob ich mich auf dem praktischen Wege befinde. Die Theorie sagt nur, es ist so möglich, wofern nicht irgend ein Umstand aufser Acht gelassen ist, die Schwierigkeiten der Ausführung sich nicht zu grofs erweisen usw.

Im siebten Monat meiner dortigen Thätigkeit erhielt ich den Auftrag, eine kurze Bearbeitung der Frage, betr. die Schiffbarmachung des Oberrheins zwischen Speier und Strafsburg, zu unternehmen. Bis dahin hatte ich vollauf mit Ausarbeitung meiner Vorträge zu thun gehabt, um so mehr mir an der technischen Hochschule aufser dem Wasserbau noch andere Lehraufträge zugefallen waren. An der Oberdirektion hatte ich die Überwachung und Veröffentlichung der Wasserstandsbeobachtungen Badischer Flüsse, Bau und Aufstellung selbstregistrierender Pegel und dergl. zu versehen. In den Ferien konnte ich an der Inspizierung der korrigierten Flüsse des schönen Schwarzwaldes teilnehmen, und werde ich der liebenswürdigen Weise stets eingedenk sein, mit welcher mir alle Einzelheiten der Bauten gezeigt und erklärt worden sind.

Als ich aber Pfingsten 1889 jene kleine Abhandlung über die Schiffbarmachung des Rheins überreichte, erkannte ich leider, dafs es für ein das theoretische und praktische Wissen einendes Zusammenarbeiten an den nötigen Unterlagen fehle und diese sich in jener Sache für mich nicht erreichen lassen würden. Damit waren meine an die Beschäftigung in der Praxis geknüpften Hoffnungen hinfällig geworden. — Die derzeit von mir niedergeschriebenen Ansichten über die Schiffbarmachung des Rheins und die Vorgänge bei den Kolkbildungen sind nicht veröffentlicht; desgl. nicht eine Arbeit über die Änderung der Rheinsohle in den letzten Jahrzehnten; doch wurden einige, gelegentlich der gemachten Vorstudien, gewonnene Erkenntnisse wie folgt mitgeteilt:

32) »Zum Studium des Flufsbaues.« Die Stofskraft des Wassers, die Festigkeit der Sohle, das Gefälle, das Geschiebe und die Bewegung feinerer Sinkstoffe, mit besonderer Berücksichtigung des Rheinlaufes zwischen Basel und Mannheim. — Zeitschrift für Bauwesen, S. 482—503, Jahrg. 1890, Berlin.

In jenem Frühjahr 1889 bearbeitete ich auch die Wasserbewegung in Strömen, von dem Gesichtspunkt einer physikalischen Erörterung der Vorgänge aus betrachtet. Diese gleichzeitig nach

verschiedenen Richtungen hin ausgeführte spekulative Beschäftigung liefs mich tiefer in das Wesen der Kraft und der Reibung eindringen, indem ich die Wirbel im Wasser als Rauhigkeit der übereinander hinfliefsenden Schichten auffassen konnte. Die gewonnenen Resultate sind in folgender Schrift niedergelegt:

[33]) »Über Wasserbewegung im Strom und Gestaltung der Flufssohle.« — Zeitschrift des Architekten- und Ingenieurvereins zu Hannover, S. 455—467, Jahrg. 1890.

Nunmehr erinnerte ich mich meiner sechs Jahre früher gewonnenen Erkenntnisse über das Wesen transversaler Kraftübertragung durch Drehmomente bei festen Körpern, Drehschwingung der Moleküle bei der Reibung fester Körper aufeinander, Wirbel bei der Bewegung der Flüssigkeiten aufeinander und Drehschwingungen bei den Wellen. Eine Arbeit über Wellen hatte ich, angeregt durch meine als Student ausgeführten Studien, inzwischen in Hamburg geschrieben:

[34]) »Über Gestalt und Bewegung von Wasserwellen in stehenden und fliefsenden Gewässern, mit Berücksichtigung der Einwirkung des Windes.« — Exners Repertorium der Physik, S. 249—259, Band XXII. — Wien.

Ich erkannte nun zunächst das Wesen der Induktion bei elektrischen Strömen und das Wesen der Zentralschwingung und der Ausbildung des Potentials, oder des Gefälles statischen Drucks in zentral- bezw. radikalschwingenden Massen. Es war nicht meine Absicht, hierin viel weiter zu arbeiten, doch erachtete ich es wenigstens für geboten, die sich aufthuende weite Perspektive anderen zu eröffnen. Zunächst teilte ich den Oberbeamten der Oberdirektion mit, dafs ich wichtige physikalische Erkenntnisse gewonnen hätte und erbat mir vorübergehend Entlastung von nicht laufenden Arbeiten. Diese Entlastung trat auch Neujahr 1890 ein, als meine Gesundheit angegriffen war.

Am 29. Dezember 1889 zeichnete ich die Ätherschwingungen aufserhalb eines Leitungsdrahtes und sandte Photographie an mehrere Herren Physiker, welche mir als Autoritäten auf dem Gebiet der Elektrizitätslehre bekannt waren. Die Darstellungen gaben das Wesen der Induktion und des Magnetismus, wie sich dasselbe in der Ebene zu erkennen giebt. Die beigefügten Beschreibungen waren insofern mangelhaft, als sie das Wesen der materiellen Bewegung, der Wärme, und dasjenige der ätherischen

Bewegung noch nicht voneinander trennten. Vergebens suchte ich nach Mitarbeitern, um mich wenigstens einmal aussprechen zu können; es fehlte allen an Zeit und wesentlich auch an Übung in der Dynamik. — Manche Anregungen waren mir hingegen geworden, z. B. durch einen interessanten Vortrag des Herrn Professor Dr. Hertz, welcher Physiker kurz darauf Karlsruhe verliefs, aber zu jener Zeit, wo ich Entlastung meiner Vorstellungen suchte, schon nach Bonn übersiedelt war.

Zunächst schrieb ich folgende Abhandlung:

[35]) »Über den Begriff Reibung und Bewegungsgröfse (wie Kraft) bei fliefsenden, schwingenden und gleitenden Massen.« — Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleifses, S. 231—252, Jahrg. 1890. — Berlin.

Zumal ist in jener Arbeit auf S. 237—241 die Entstehung des Potentialgefälles in zentral oder radial schwingenden Systemen erwiesen, womit zugleich gesagt ist, dafs das, was die Physik über die Arbeitsvorgänge lehrt, welche bei Ausbreitung der Kugelwellen in elastischen Mitteln statthaben, unrichtig ist. Der Blick auf das Wesen der Elektrizität ist dadurch getrübt. Es war im Herbst 1889 als ich dies erkannte und in Wüllners Experimentalphysik, Band I, S. 648 im Abschnitt: »Ausbreitung des Schalles in der Luft« deutlich ausgesprochen fand, dafs man hier die richtige Vorstellung über die Arbeitsleistung in Kugelwellen noch nicht gefunden habe.

Mehrere Vorträge, welche ich dann in Vereinen hielt, belehrten mich des Umstandes, dafs die Sache sehr schwer wieder zu geben sei, so lange den Hörern die praktische Vorstellung über das Vorhandensein der ätherischen Bewegung in und aufserhalb der Körper noch fehle und solange meine eigenen Darlegungen noch nicht zu praktischen Nutzanwendungen geführt hätten.

Es erfolgte meine Übersiedelung nach Braunschweig im Herbst 1890, durch welche ich an Arbeitszeit gewann, weil ich hier nicht mit Nebenfächern belastet bin. Ich bemühte mich nun, thunlichst schnell die gewonnenen Gesichtspunkte über das Wesen der ätherischen Bewegung niederzuschreiben; um mich dann anderen beruflich näherliegenden Fragen zuzuwenden.

Inzwischen waren meine Vorstellungen über das Wesen der Wärme gereift. Schon in Hamburg hatten sich mir gelegentlich einer Behandlung der Frage »über das Verhalten der Stützen im Feuer« Anschauungen über das Wesen der Wärme und der

Beziehung zwischen Atomgewicht und spezifischer Wärme aufgedrängt, welche durch betr. Lektüre dann erweitert worden waren. Auch hatte ich eine kleine Arbeit über die Aufsuchung derjenigen Ebenen derzeit verfafst, in welchen die Moleküle am unbehindertsten aneinander krystallieren können. Diese kleine Arbeit blieb unveröffentlicht und ist auch unvollständig. Durch die inzwischen erfolgten Untersuchungen hatte ich die zwischen Materie und Äther bestehenden Beziehungen schon besser erkannt und schrieb im Herbst 1890 das Buch:

36) »Naturkraft und Freiheit«,

welches den Eigensinn und die Trägheit als Naturzwang auffafst während geistige Freiheit auf Steuerung und Auswahl des Dienlicheren beruht. Verlag von L. Friederichsen & Co., Hamburg 1891, Preis 4 ℳ.

Von der Definition Kraft als sekundlicher Übergang an Bewegungsgröfse ausgehend, wird in jenem Buch die Atombewegung, das Wesen des statischen Drucks, die Atomgeschwindigkeit, die spezifische Wärme, die latente Wärme und die Höhe der Atmosphäre besprochen, alsdann die Aggregatzustände erklärt und nun der Äther in seinen Eigenschaften behandelt. Zumal sind auch die Wellen einer theoretischen Untersuchung unterzogen. Der Abschnitt über das Wesen der Freiheit ist beigefügt, weil es für spätere Zeiten dienlich sein wird, zu erfahren, dafs ohne dieses Beiwerk meine Vorstellungen sich schwerlich geklärt haben würden. Wer nicht darüber mit sich einig wird, dafs aufserhalb des Naturzwanges noch sehr viel Freiheit besteht, auch sehr viel Raum für unsichtbare und doch mögliche Dinge verbleibt, wird leicht zu einem viele feineren Erkenntnisse verneinenden Geiste erstarren.

Das Buch sollte gleichzeitig mit einer in Frankfurt a. M. auf der elektrotechnischen Ausstellung als Plan 134 in der Halle für Medizin und Wissenschaft ausgehängten Darstellung:

37) »Elektrische Wellen im Äther«

das Interesse der beteiligten Kreise auf das Vorhandensein einer ausgebildeten Anschauung »über das Wesen der Elektrizität« lenken. Natürlich wurde mir zunächst höchst selten die Zeit gewährt, meine Vorstellungen mündlich beweiskräftig zu entwickeln, doch beachteten schon manche Herren die Sache, und hiermit mufste ich vorläufig zufrieden sein. So wurden diese und die

folgenden Darstellungen z. B. für das polytechnische Museum in Moskau von dem Direktor desselben erbeten.

Ich besuchte die Ausstellung dreimal, und zwar zweimal nur zu dem Zweck, meine Vorstellungen zu vertreten und durch Meinungsaustausch zu erfahren, inwieweit meine Erkenntnisse neu seien und mit welchen Namen die Fachwissenschaft die Dinge belegt habe. In den Bezeichnungen positive und negative Elektrizität, Strom und Widerstand liegt doch manche Willkür. Aus den Formeln über die Stromstärke usw. ist nicht der physikalische Aufbau zu erkennen, da dieselben nur das empirische Endresultat enthalten. Es war höchst interessant und oft geradezu scherzhaft, so durch ein ganz anderes Thor in die Wissenschaft »Elektrizität« einzudringen. Die Vorgänge und Beziehungen traten mir als gute Bekannte entgegen, aber die vielen gelehrten Namen, mit welchen die äufseren Erscheinungsformen der Vorgänge belegt sind, machten mir Kopfzerbrechen.

Nicht richtig fand ich, dafs öffentlich die Ansicht ausgesprochen wurde, man sei in Frankfurt nicht zusammen gekommen, um sich über das Wesen der Elektrizität zu unterhalten. Weit mehr wäre eine Aufmunterung in dieser Hinsicht am Platze gewesen, denn das Bestreben, die goldene Zeit des Beisammenseins mit Besprechung von Einzelheiten minderwertig zu verwenden, tritt schon von selbst mächtig genug hervor. Es ist eben das Wesen des Denkprozesses und das Wesen der Denkwiderstände und das Wesen der Gedankenbildungen nicht genügend bekannt, sonst würde die Zeit des Beisammenseins mehr auf Zusammenfassendes ausgewertet. Kann doch z. B. nur in dem sehr kurzen Augenblick des Beisammenseins zweier Atome (Tafel III) eine Verbrennung derselben durch Ableitung störender Erregung, falschen Glaubens etc., durch eine dritte Persönlichkeit C erreicht werden, ohne welche Ableitung eine Verknüpfung der verwandten Anschauungen zu Molekülen überhaupt nicht statthat. Durch litterarische Thätigkeit und Kritik läfst sich wohl eine erstandene, schon gebildete Vorstellung mitteilen oder beurteilen, aber nicht erzeugen; letzteres kann nur in einer Person selbst erreicht werden und verhilft uns dazu die persönliche Unterhaltung ganz ungemein, wofern sie nicht den Charakter der feindlichen oder heifsen, sondern denjenigen der galvanischen oder liebenswürdigen Verbrennung annimmt. Bei meinen Bemühungen, das Wesen der Elektrizität zu erklären, habe ich ganz ungemein viel Erfahrungen

über das Wesen des Glaubens und die Gefahren des einseitigen Glaubens oder der Glaubenslosigkeit gewonnen, welche leicht dazu führen, dafs man der Wahrheit nicht mehr nachspürt und dann auch nicht sieht, sondern so weit geht, ihr Bestehen einfach zu leugnen. Ein ganz einfältiger Glaube, welcher die Menschheit nur der Wahrheit etwas näher bringt, weil die Richtung wenigstens nicht ganz verfehlt ist, wird für den Kulturfortschritt immer besser sein, als Glaubenslosigkeit und ein negativer nur das Gegenteil der Wahrheit ins Auge fassender Glaube oder Glaubensstarrsinn, wie er sich im zu starren Dogma ausbildet.

Es folgten noch folgende Veröffentlichungen:

38) »Darstellung elektrischer Wellen im Äther.« — Offizielle Zeitung der internationalen elektrischen Ausstellung zu Frankfurt a. M., Heft 15, S. 454—456, 1891.

39) »Zur mechanischen Äthertheorie.« — Offiz. Ztg. der intern. elektr. Ausst., Heft 25, S. 838 – 840, 1891.

40) »Über ruhende und strömende Energie: drei Hauptsätze der Dynamik.« Vortrag, gehalten auf dem internationalen Elektrotechniker-Kongrefs zu Frankfurt a. M. im September 1891. — Nach dem ersten Manuskript veröffentlicht in der Deutschen Bauzeitung, S. 453—459, Jahrg. 1891, und nach dem zweiten Manuskript in dem offiziellen Kongrefs-Bericht.

41) »Über die Naturkraft, die Bewegung und das Leben.« — Deutsche Revue, Herbst 1892.

42) »Natulien, das glückliche Land des besten, weit über die Grenzen enger Berufsanschauung hinausgehenden geistigen Verkehrs, aus welchem die vernünftigsten Vorstellungen, Ratschläge und Handlungen erwachsen.« Eine kulturhistorische Skizze aus dem Jahre 2000. Verlag von Appelhans und Pfennigstorff in Braunschweig, Sommer 1892, Preis 0,8 *M*.

Den Freunden der Naturwissenschaft und Technik spreche ich noch die höfliche Bitte aus, geneigtest in ihren Gesprächen und Veröffentlichungen gelegentlich auch auf die Darlegungen über Ätherbewegung Bezug nehmen zu wollen; denn nur auf diese Weise kann sich die Vorstellung der so wichtigen Wahrheit bald Bahn brechen, dafs wir im Weltall unter dem gewaltigen Druck der ätherischen Bewegung leben. Weite Perspektiven wissenschaftlicher Forschung eröffnen sich dadurch unserem geistigen Blick.

Vom gleichen Verfasser sind erschienen:

## Wetter-Berater.

Anleitung zum Verständnis und zur Vorherbestimmung der Witterung

von **M. Möller.**

Mit zwei Tafeln. Preis 1 ℳ 20 ₰.

Verlag von **L. Friederichsen & Co.**, Hamburg.

---

## Wetterkompass.

Wie oben, aber in Taschenuhr-Format gebildet.

Preis 3 ℳ.

Vertrieb durch **Fr. Rehbock**, Schmiedestr. 2, Hannover.

---

## Die Naturkraft

oder die Bewegung der Masse,
beherrscht durch äufseren Druck,
und
**die Freiheit** als Bethätigungsform geistiger Kraft,
begrenzt und geleitet durch eigenen Willen.

Von **M. Möller.**

Preis 4 ℳ.

Verlag von **L. Friederichsen & Co.**, Hamburg.

---

## Natulien,

eine kulturhistorische Skizze aus dem Jahre 2000.

Preis 80 ₰.

Verlag von **Appelhans & Pfenningstorff** in Braunschweig.

---

## Modelle

der magnetischen Drehschwingungen und Kraftlinien des Raumes bei elektrischen Ringströmen,
in Holz gefertigt, bemalt und zum Gebrauch im physikalischen Unterricht bestimmt.

Preis 10 ℳ.

Vertrieb durch den Mechaniker der technischen Hochschule zu Braunschweig **O. Günther.**

---

Druck von August Grimpe in Hannover.

MAY 31 1921

UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 06447 9168